

(10) BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

(12) Offenlegungsschrift
(11) DE 3433493 A1

(61) Int. Cl. 3:
H04N 1/40
G 08 K 9/58

DE 3433493 A1

(21) Aktenzeichen: P 34 33 493.9
(22) Anmeldetag: 12. 9. 84
(43) Offenlegungstag: 4. 4. 85

(30) Unionspriorität: (32) (33) (31)

12.09.83 JP P58-166600 11.10.83 JP P58-188487
11.10.83 JP P58-188488 11.10.83 JP P58-188489
11.10.83 JP P58-188490 14.10.83 JP P58-191004
14.10.83 JP P58-191005

(71) Anmelder:

Ricoh Co., Ltd., Tokio/Tokyo, JP

(74) Vertreter:

Berg, W., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat.; Stäpf, O.,
Dipl.-Ing.; Schwabe, H., Dipl.-Ing.; Sandmair, K.,
Dipl.-Chem. Dr.jur. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 8000
München

(72) Erfinder:

Shimotono, Susumu, Atsugi, Kanagawa, JP

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) System zur Digitalisierung von Bildsignalen

Ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen kann Abbildungen auf einer Vorlage adäquat digitalisieren, indem die Vorlage trotz lokaler Änderungen der Farbe und/oder der Dichte des Untergrundes in Bildelemente (»Pixel«) aufgelöst wird. Schwellenwerte für die jeweiligen Bildelemente werden unter Berücksichtigung einer mittleren Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der benachbarten Bildelemente, der mittleren Dichte der weißen Bildelemente, der mittleren Dichte der schwarzen Bildelemente, einer Änderung im Kontrast der Abbildung und ähnlicher Einflüsse berechnet. Außerdem werden Schwellenwerte auf der Basis der Mittelwerte der Bilddichten in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung sowie die Differenz zwischen diesen Mittelwerten für jedes Bildelement berechnet. Die Schwellenwerte werden auf einen bestimmten Bereich beschränkt, der durch obere und untere Grenzen definiert ist. Die Schwellenwerte werden durch abweichende Werte modifiziert, die um eine vorgegebene Zahl von Bildelementen in einer entgegengesetzten Abtastrichtung verlaufenden Richtung versetzt sind. Weiterhin werden die Schwellenwerte in Abhängigkeit von der Dichteverteilung der Bildelemente in einen begrenzten planaren bzw. ebenen Bereich berechnet, der erhalten wird, indem nacheinander Bildelemente in mehreren Abtastzeilen ausgewählt und ihr Mittelwert berechnet werden.

DE 3433493 A1

5 Patentansprüche

1. System zur Digitalisierung eines von einer Abtasteinrichtung gelesenen Bildsignals,
gekennzeichnet durch
10 einen Mittelwertrechner (108) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes (P_i) und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, und durch einen Schwellenwertrechner (112) zur Berechnung des Schwellenwertes, indem das Ergebnis der Berechnung durch
15 den Mittelwertrechner (108) einer vorgegebenen Operation unterworfen wird, wobei das markierte Bildelement in Bezug auf den Schwellenwert digitalisiert wird.

2. System nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der
20 Mittelwertrechner (108) so aufgebaut ist, daß er den Mittelwert der Gewichts-Koeffizienten berechnet, die den jeweiligen Bezugs-Bildelementen zugeordnet sind, und daß die Gewichts-Koeffizienten exponentiell entsprechend dem Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.
25

3. System nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Bezugs-Bildelemente Bildelemente sind, die vor dem markierten Bildelement gelesen werden.

30 4. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als weißes/schwarzes Bildelement gelesen wird, in dem das Bildsignal in ein entsprechendes digitales Dichtesignal, das eine vorgegebene Zahl von Bits hat und der
35 Dichte des Bildsignals zugeordnet ist, umgewandelt und

1 das Dichtesignal mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird, gekennzeichnet durch eine Einrichtung (210) zur Aufprägung eines Zwangssignals, das aus einer
5 vorgegebenen Zahl von aufeinanderfolgenden Bildelementen mit Dichtesignalen, die sich monoton in Abtastrichtung ändern, das Bildelement mit der niedrigsten Dichte als weißes Bildelement ansieht, sowie eines Zwangssignals, das ein anderes der vorgegebenen Zahl von Bildelementen,
10 nämlich das Bildelement der höchsten Dichte, als schwarzes Bildelement ansieht, weiterhin durch eine Einrichtung (214) zur Änderung des Zwangssignals, um verschiedene Zwangssignale zu entfernen, die dem gleichen Bildelement aufgeprägt sind, weiterhin durch eine Einrichtung (212) zur
15 Erweiterung des Zwangssignals, die von den Bildelementen, die die gleiche Dichte wie die unmittelbar vorhergehenden Bildelemente haben und nicht von Zwangssignalen begleitet sind, dem Bildelement, das als nächstes bei einem von einem Zwangssignal begleiteten Bildelement liegt, ein Zwangssignal aufprägt, das identisch mit dem Zwangssignal dieses
20 Bildelementes ist, und durch eine Einrichtung zur Änderung der Erweiterung des Zwangssignals, um verschiedene Zwangssignale zu entfernen, die dem gleichen Bildelement aufgeprägt sind, das die gleiche Dichte wie das unmittelbar
25 vorhergehende Bildelement hat, wodurch bei einem Bildelement, das von einem Zwangssignal begleitet ist, das Ergebnis der mit einem vorher ausgewählten Schwellenwert ausgeführten Digitalisierung in Abhängigkeit von dem Zwangssignal geändert wird, während ein Bereich zwischen
30 Bildelementen, die durch die gleichen Zwangssignale begleitet werden, auf das gleiche Ergebnis der Digitalisierung wie diese Bildelemente geändert wird.

5. System nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die
35 Einrichtung zur Erweiterung des Zwangssignales so aufgebaut ist, daß sie auf ein Bildelement wirkt, welches

1

die gleiche Dichte wie das unmittelbar vorhergehende Bildelement hat und in Abtastrichtung als nächstes bei einem Bildelement liegt, das von einem Zwangssignal begleitet ist.

6. System nach einem der Ansprüche 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Aufprägung eines Zwangssignals so aufgebaut ist, daß sie die Bildelemente 10 in Bildelemente mit erhöhter Dichte, die eine höhere Dichte als die benachbarten Bildelementen haben, weiterhin in Bildelemente mit verringriger Dichte, die eine geringere Dichte als die benachbarten Bildelemente haben, und in Bildelemente mit unveränderter Dichte klassifiziert, 15 und daß die Einrichtung zur Aufprägung der Zwangssignale feststellt, daß sich die Dichten der Bildelemente in einem bestimmten Bildelement-Bereich monoton ändern, wenn eine vorgegebene Zahl von aufeinanderfolgenden Bildelementen keine Bildelemente mit erhöhter Dichte und keine Bildelemente mit verringriger Dichte im Gemisch sowie eine kleinere Zahl von Bildelementen mit unveränderter Dichte als Bildelemente mit erhöhter Dichte oder Bildelemente mit verringriger Dichte enthält.

25 7. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarzes/weißes Bildelement gelesen wird, indem das Bildsignal mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen wird, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner 30 (304) zur Berechnung der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichte mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, weiterhin durch eine erste Digitalisiereinrichtung (310) zur Digitalisierung des markierten Bildelementes 35 in Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung dieses Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der

1

von dem Mittelwert-Rechner (304) gebildet worden ist, durch einen Mittelwert-Rechner (316) für die weißen Bildelemente zur Berechnung des Mittelwertes der Dichten der 5 markierten Bildelemente, die von der ersten Digitalisier- einrichtung (310) als weiße Bildelemente identifiziert werden, durch einen Rechner (308) für einen modifizierten Schwellenwert zur Berechnung eines modifizierten Schwellen- wertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die weißen 10 Bildelemente, der von dem Rechner (316) für den Mittelwert der weißen Bildelemente geliefert worden ist, und von dem Mittelwert der Dichten, und durch eine zweite Digitali- siereinrichtung (318) zur Digitalisierung eines markierten Bildelementes in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

15

8. System nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittelwert-Rechner (304) so aufgebaut ist, daß er den Mittelwert der Gewichtskoeffizienten berechnet, die den jeweiligen Bezugs-Bildelementen zugeordnet sind, und 20 daß die Gewichtskoeffizienten exponentiell entsprechend dem Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.

9. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrich- 25 tung durch Vergleich des Bildsignals in einem vorgegebenen Schwellenwert gelesen wird, gekennzeichnet durch einen Mittelwert-Rechner (304) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildele- ments und der Dichte mehrerer, aufeinanderfolgender Bild- 30 elemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, weiterhin durch eine erste Digitalisiereinrichtung (310) zur Digitalisierung eines markierten Bildelementes in Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung des Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten, 35 der von dem Mittelwert-Rechner (304) geliefert wird, durch einen Rechner (316a) für den Mittelwert der schwarzen

1

Bildelemente zur Berechnung des Mittelwertes der Dichten der markierten Bildelemente, die von der ersten Digitalisiereinrichtung (310) als schwarze Bildelemente identifiziert werden, durch einen Rechner (308) für einen modifizierten Schwellenwert zur Berechnung eines modifizierten Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die schwarzen Bildelemente, der von dem Rechner (316a) für den Mittelwert der schwarzen Bildelemente geliefert wird, und von dem Mittelwert der Dichten, und durch eine zweite Digitalisiereinrichtung (318) für die Digitalisierung eines markierten Bildelementes in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

15 10. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als weiße/schwarze Bildelemente durch Vergleich des Bildsignals mit einem vorgegebenen Schwellenwert gelesen wird, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner (304) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichte mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, weiterhin durch eine erste Digitalisiereinrichtung (310) zur Digitalisierung eines markierten Bildelementes in Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung dieses Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten, der von dem Mittelwertrechner (304) geliefert wird, durch einen Rechner (316) für den Mittelwert der weißen Bildelemente zur Berechnung des Mittelwertes der Dichten der markierten Bildelemente, die von der ersten Digitalisiereinrichtung (310) als weiße Bildelemente identifiziert werden, durch einen Rechner (316a) für den Mittelwert der schwarzen Bildelemente zur Berechnung des Mittelwertes der Dichten der markierten Bildelemente, die von der ersten Digitalisiereinrichtung (310) als schwarze Bildelemente identifiziert werden,

1

durch einen Kontrastrechner (320) zur Berechnung des Kontrastes der Abbildung rund um das markierte Bildelement in Abhangigkeit von dem Mittelwert fur die weien Bildelemente, der von dem Rechner (316) fur den Mittelwert der weien Bildelemente geliefert wird, und in Abhangigkeit von dem Mittelwert fur die schwarzen Bildelemente, der von dem Rechner (316a) fur den Mittelwert der schwarzen Bildelemente geliefert wird, weiterhin durch einen Schwellwertrechner (308a) zur Berechnung eines modifizierten Schwellenwertes in Abhangigkeit von dem Mittelwert der Dichten und des Kontrastes, und durch eine zweite Digitalisiereinrichtung (318) zur Digitalisierung eines markierten Bildelementes in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

15

11. System zur Digitalisierung eines von einer Abtasteinrichtung gelesenen Bildsignals, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner (404) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, durch einen Schwellwertrechner (406) zur Berechnung eines Schwellenwertes, indem das Ergebnis der Berechnung, das von dem Mittelwertrechner (404) ausgegeben wird, einer vorgegebenen Operation unterworfen wird, und durch eine Einrichtung (408) zur Modifizierung des Schwellenwertes, um den von dem Schwellwertrechner (406) gelieferten Schwellenwert innerhalb eines vorgegebenen Bereiches zu modifizieren.

30

12. System nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Mittelwertrechner (404) so aufgebaut ist, daß er den Mittelwert der Gewichtskoeffizienten berechnet, die den jeweiligen Bezugs-Bildelementen zugeordnet sind, und daß die Gewichtskoeffizienten exponentiell entsprechend dem Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.

35

1

13. System zur Digitalisierung von Bildsignalen, die nach-einander bzw. sequentiell von einer mit Bildelement-Auflö-sung arbeitenden Abtasteinrichtung als weiße/schwarze 5 Bildelemente ausgegeben werden, gekennzeichnet durch einen ersten Mittelwertrechner (506) für die sequentielle Berech-nung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichte mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement 10 angrenzen, während das markierte Bildelement in Abtastrich-tung der Abtasteinrichtung (502) verschoben wird, weiter-hin durch einen zweiten Mittelwertrechner (508) für die aufeinanderfolgende bzw. sequentielle Berechnung des Mit-telwertes der Dichte des markierten und der Bezugs-Bildele-15 mente, während das markierte Bildelement in einer Richtung verschoben wird, die entgegengesetzt zur Abtastrichtung der Abtasteinrichtung (502) ist, weiterhin durch einen Differenzrechner (512) für die sequentielle Berechnung der Differenz zwischen dem ersten Mittelwert, der von 20 dem ersten Mittelwertrechner (506) geliefert wird, und dem zweiten Mittelwert, der von dem zweiten Mittelwertrech-ner (508) geliefert wird, für jedes markierte Bildelement, weiterhin durch eine Auswahleinrichtung (514), die eine Änderung des Absolutwertes der von dem Differenzrechner 25 (512) gelieferten Differenz in der Weise berücksichtigt, daß beim aufeinanderfolgenden Auftreten von Absolutwerten der Differenzen, die größer als ein vorgegebener Wert sind, der größte Absolutwert der aufeinanderfolgenden Differenzen festgestellt und in einem vorgegebenen Be-30 reich, in dem sich ein Bildelement, das der Differenz mit dem größten Absolutwert zugeordnet ist, in der Mitte befindet, der erste Mittelwert für die Seite in der Nähe der Abaststartlage in Bezug auf das Bildelement ausgewählt wird, das dieser Differenz zugeordnet ist, während der 35 zweite Mittelwert für die Seite in der Nähe der Abastend-lage ausgewählt wird, weiterhin durch einen Rechner (518)

1

für einen modifizierten Schwellenwert zur Berechnung eines modifizierten Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Auswahlseinrichtung (514), und durch 5 einen Schwellenwertrechner zur Berechnung des Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem ersten und zweiten Mittelwert, wodurch der Schwellenwert durch den modifizierten Schwellenwert modifiziert wird.

10 14. System nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der erste und der zweite Mittelwertrechner (506, 508) so aufgebaut sind, daß sie den Mittelwert von Gewichtskoeffizienten berechnen, die den jeweiligen Bezugs-Bildecklementen zugeordnet sind, und daß die Gewichtskoeffizienten exponentiell entsprechend dem Abstand von dem markierten 15 Bildecklement abnehmen.

15. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das sequentiell von einer mit Bildecklement-Auflösung arbeitenden 20 Abtasteinrichtung als weiße/schwarze Bildeckemente ausgegeben werden, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner (604) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildeckentes und der Dichten mehrerer Bildeckemente, die an das markierte 25 Bildeckement angrenzen, durch eine Signalverschiebungseinrichtung (606, 608) zur Erzeugung eines abweichenden Mittelwertes und eines abweichenden Bildsignals durch Verschiebung des Mittelwertes, der von dem Mittelwertrechner (604) geliefert wird, bzw. des Bildsignals um eine vorgegebene Zahl von Bildeckementen in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung (602), durch eine Mittelwert-Auswahlseinrichtung (610) für die Auswahl des größeren Mittelwertes und des größeren, abweichenden Mittelwertes Bildeckement-für- Bildeckement, und durch einen Schwellenwertrechner (612) für die Berechnung des Schwellenwertes auf Bildeckement-Basis in 30 35 Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Mittelwert-

1

Auswahleinrichtung (610).

16. System nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß
5 der Mittelwertrechner (604) so aufgebaut ist, daß er den
Mittelwert der Gewichtskoeffizienten berechnet, die den
jeweiligen Bezugs-Bildelementen zugeordnet sind, und daß
die Gewichtskoeffizienten exponentiell entsprechend dem
Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.

10

17. System zur Digitalisierung von Bildsignalen, die se-
quentiell von einer mit Bildelement auflösenden Abtastein-
richtung als weiße/schwarze Bildelemente ausgelesen wer-
den, gekennzeichnet durch einen Mittelwertrechner (604)
15 zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markier-
ten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten
mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bild-
element angrenzen, durch einen Schwellenwertrechner (612)
zur Berechnung des Schwellenwertes auf Bildelement-Basis
20 in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der von dem Mittelwert-
rechner (604) geliefert wird, durch eine Einrichtung (616)
für die Verschiebung des Schwellenwertes, um den Schwellen-
wert relativ zu dem Bildsignal um eine vorgegebene Zahl
von Bildelementen in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung
25 (602) zu verschieben und dadurch einen abweichenden Schwell-
enwert zu erzeugen, und durch eine Einrichtung (618)
zur Modifizierung des Schwellenwertes zur Berechnung eines
modifizierten Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem
Schwellenwert und dem abweichenden Schwellenwert.

30

18. System zur Digitalisierung eines Bildsignals, das
von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtastein-
richtung als weiße/schwarze Bildsignale in Bezug auf einen
vorgegebenen Schwellenwert ausgegeben werden, gekennzeich-
net durch eine Bildelement-Auswahleinrichtung (706) für
35 die Auswahl von Bildelementen in einer vorgegebenen Zahl

1 von Hauptabtastzeilen in einer vorgegebenen Folge, um
Bildsignale zu erzeugen, die den jeweiligen Bildelementen
zugeordnet sind, weiterhin durch einen Mittelwertrechner
5 (708) zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines
markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der
Dichte von Bezugs-Bildelementen, die an das markierte
Bildelement angrenzen, in Abhängigkeit von dem Bildsignal,
das von der Bildelement-Auswahleinrichtung (706) ausgege-
10 ben wird, und durch einen Schwellenwertrechner (710) für
die Berechnung eines dem markierten Bildelement zugeordne-
ten Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert,
wobei die Bildelemente, die nicht von der Bildelement-Aus-
wahleinrichtung (706) ausgewählt worden sind, in Bezug
15 auf den Schwellenwert digitalisiert werden, der einem
markierten Bildelement in der gleichen Hauptabtastzeile
zugeordnet ist.

19. System nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß
der Mittelwertrechner (708) so aufgebaut ist, daß er den
20 Mittelwert der Gewichtskoeffizienten berechnet, die den
jeweiligen Bezugsbildelementen zugeordnet sind, und daß
die Gewichtskoeffizienten exponentiell entsprechend dem
Abstand von dem markierten Bildelement abnehmen.

25

30

35

1

Anwaltsakte 33 692

5

System zur Digitalisierung von Bildsignalen

10

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen, nämlich ein System zum "Ablesen" von Abbildungen, das trotz beliebiger Änderungen in der Untergrunddichte einer Vorlage die Abbildungen auf einer Vorlage adäquat digitalisieren kann, und insbesondere ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen auf der Basis einzelner Bildelemente ("pixels"), wobei dieses Bildsignal durch eine Abtasteinrichtung erzeugt wird, die die Vorlage abtastet.

Bei einer Vorlage, deren Untergrund-Farbe und/oder -Dichte sich örtlich, also zwischen verschiedenen Stellen der Vorlage, ändert, wie es beispielsweise bei einer Vorlage, die durch Zusammenkleben aus einzelnen Teilen zusammengestellt worden ist, oder einer Vorlage, die aus Bilddarstellungen in Kombination mit Zeichen aufgezeichnet worden ist, oder einer farbigen Vorlage der Fall ist, liegt die wesentliche Anforderung für die Auflösung der Abbildungen dieser Vorlage in Bildelemente und die Digitalisierung der so gewonnenen Bildsignale darin, daß der Schwellenwert für die Digitalisierung in Abhängigkeit von der Farbe und der Dichte des Untergrundes der Vorlage variiert werden kann. Um diese Anforderung zu erfüllen, ist eine Einrichtung entwickelt und in der Praxis realisiert worden, die folgende Funktionsweise hat: Diese Einrichtung teilt

1 ein Dichtepegelsignal, das jedem Bildelement bzw. Bildpunkt ("pixel") zugeordnet ist, unter Verwendung eines Teilerwiderstandes in einem vorgegebenen Verhältnis; dann
5 schickt diese Einrichtung das geteilte Signal durch einen Tiefpaßfilter um einen sogenannten "schwebenden" (floating) Schwellenwert" zu erzeugen; dann wird das Dichtepe-
gelsignal in Bezug auf den schwebenden Schwellenwert digi-
talisiert.

10 Bei einer solchen herkömmlichen Einrichtung tritt jedoch das folgende Problem auf: Durch Verwendung eines zeitkon-
stanten Elementes als Tiefpaßfilter kann diese Einrich-
tung scharfen Änderungen in der Dichte des Untergrundes,
15 wie sie beispielsweise an der Grenzlinie zwischen den einzelnen Blättern bzw. Teilen einer zusammengeklebten Vorlage entstehen, nicht folgen; es ist insbesondere nicht möglich, den Schwellenwert mit der angestrebten Genauig-
keit einzustellen. Beispielsweise kann in einem Bereich einer Vorlage, in dem die Dichte gering ist, der schweben-
20 de Schwellenwert soweit reduziert werden, daß ein Bild-
punkt, der offensichtlich weiß ist, durch diese Verarbei-
tung als schwarzer Bildpunkt identifiziert wird. Außerdem
kann in einem Bereich, in dem die Dichtedifferenz zwi-
25 schen dem Untergrund und einem tatsächlichen Bildpunkt (Teil einer Abbildung) klein ist, die Digitalisierung oft zu einem falschen Ergebnis, nämlich zu "ganz schwarz"
oder "ganz weiß" führen. Und schließlich können Haarli-
nien, die parallel zur Hauptabtastrichtung verlaufen,
nicht adäquat digitalisiert werden.
30

Es ist deshalb ein Ziel der vorliegenden Erfindung, ein System zum Ablesen von Abbildungen zu schaffen, bei dem die oben erwähnten Nachteile nicht auftreten.

35 Insbesondere soll ein System zum Ablesen von Abbildungen

1 vorgeschlagen werden, das scharf auf Änderungen der Dichte
des Untergrundes einer Vorlage anspricht, indem als
Schwellenwert ein der mittleren Dichte eines bestimmten,
5 markierten Bildpunktes und der benachbarten Bildpunkte
zugeordneter Wert verwendet wird (1. Ausführungsform).

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein
System zur Digitalisierung von Bildsignalen zu schaffen,
das frei von etwaigen Einflüssen der Änderungen der Unter-
grunddichte oder der Differenz zwischen dem Untergrund und
10 einem effektiven Bildpunkt ist, indem das Ergebnis der
Digitalisierung basierend auf einer Tendenz in der Änderung
des Dichtewertes der Bildsignale modifiziert wird (2.
Ausführungsform).
15

Weiterhin soll ein System zur Digitalisierung von Bildsig-
nalen geschaffen werden, das eine genaue Digitalisierung
durch Berechnung eines Schwellenwertes durchführen kann,
wobei die Mittelwerte der weißen und schwarzen Bildpunkt-
20 Dichten sowie die Änderungen im Kontrast der Abbildungen
berücksichtigt werden (3. Ausführungsform).

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein
System zur Digitalisierung von Bildsignalen zu schaffen,
25 das die Fehler bzw. die Störungen bei der Digitalisierung
der Bereiche von Abbildungen eliminieren kann, in denen die
Dichte sehr hoch oder sehr niedrig ist; dies erfolgt
dadurch, daß die Schwellenwerte auf einen bestimmten Be-
reich begrenzt werden, der durch obere und untere Grenzwer-
30 te definiert wird (4. Ausführungsform).

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein
System zur Digitalisierung von Bildsignalen zu schaffen,
35 das sogar die Bildsignale in entsprechender Weise digitali-
sieren kann, die einem Bereich mit scharf variierender

1

Dichte zugeordnet sind; dabei wird ein Schwellenwert auf der Basis der mittleren Dichte von Bildpunkten in Vorwärts- und in Rückwärts-Richtung sowie die Differenzen 5 zwischen den Mittelwerten an den jeweiligen Bildpunkten unter Verwendung der Charakteristik des Systems berechnet (5. Ausführungsform).

Weiterhin soll ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen vorgeschlagen werden, das die Bildsignale optimal digitalisieren kann, die den Bereichen zugeordnet sind, in denen sich die Dichte stark ändert, wie beispielsweise einem Bereich, in dem die Dichte scharf zunimmt; dabei wird ein Schwellenwert, basierend auf der mittleren Dichte 15 der Bildpunkte berechnet und dieser Schwellenwert durch einen verschobenen oder abweichenden Schwellenwert modifiziert, der von dem erwähnten Schwellenwert um eine vorgegebene Zahl von Bildpunkten in einer Richtung versetzt ist, die entgegengesetzt zur Abtastrichtung verläuft (6. Ausführungsform). 20

Es ist ein weiteres Ziel der vorliegenden Erfindung, ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen zu schaffen, das die Bildsignale in geeigneter Weise digitalisieren kann, die die Bereiche darstellen, in denen sich die Dichte scharf ändert; außerdem sollen sogar Haarlinien einwandfrei digitalisiert werden; zu diesem Zweck werden Bildpunkte auf mehreren Abtastzeilen sequentiell ausgewählt, um ihren Mittelwert zu erhalten. Dadurch kann eine 25 Dichte-Verteilung der Bildpunkte in einem begrenzten, planaren bzw. ebenen Bereich berechnet werden; schließlich wird ein Schwellenwert auf der Basis der so erzeugten DichteVerteilung berechnet (7. Ausführungsform).

35 Und schließlich soll ein allgemein verbessertes System zur Digitalisierung von Bildsignalen vorgeschlagen werden.

- 1 Dies wird erfindungsgemäß durch die im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale erreicht.
- 5 Zweckmäßige Ausführungsformen werden durch die weiteren Ansprüche definiert.

Nach einem Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung eines von einer Abtasteinrichtung abgelesenen Bildsignals geschaffen, das einen Mittelwertrechner zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines bestimmten, markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, sowie einen Schwellenwertrechner zur Berechnung des Schwellenwertes aufweist, der das Ergebnis der Berechnung durch den Mittelwertrechner einer vorgegebenen Operation unterwirft, wobei das markierte Bildelement in Bezug auf den Schwellenwert digitalisiert wird.

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals vorgeschlagen, das durch eine mit Bildelement-Auflösung arbeitende Abtasteinrichtung als weißes/schwarzes Bildelement ausgelesen wird, indem das Bildsignal in ein digitales Dichtesignal mit einer vorgegebenen Zahl von Bits umgewandelt und der Dichte des Bildsignals zugeordnet wird. Das Dichtesignal wird mit einem vorgegebenen Schwellenwert verglichen. Dieses System weist eine Schaltungsausordnung zur Anbringung eines Zwangssignals auf, das von mehreren, aufeinanderfolgenden Bildelementen mit Dichtesignalen, die sich monoton in Abstrichtung ändern, das Bildelement mit der niedrigsten Dichte als weißes Bildelement ansieht, sowie ein Zwangssignal aufzubringen, das ein Bildelement aus einer vorgegebenen Zahl von Bildelementen mit der höchsten Dichte als schwarzes Bildelement

1 ansicht; eine Schaltungsanordnung zur Änderung dieses
Zwangssignals entfernt die verschiedenen Zwangssignale,
die dem gleichen Bildelement zugeordnet sind; eine Schal-
5 tungsanordnung zur Erweiterung des Zwangssignals prägt
unter den Bildelementen, die die gleiche Dichte wie die
unmittelbar vorhergehenden Bildelemente haben und nicht
von Zwangssignalen begleitet werden, dem Bildelement,
das als nächstes bei einem von einem Zwangssignal begleite-
ten Bildelement liegt, ein Zwangssignal auf, das identisch
10 mit dem Zwangssignal des Bildelementes ist; eine Schal-
tungsanordnung zur Änderung der Erweiterung des Zwangssig-
nals entfernt schließlich die verschiedenen Zwangssignale,
die dem gleichen Bildelement aufgeprägt sind, das die
gleiche Dichte wie das unmittelbar vorhergehende Bildele-
15 ment hat, wodurch bei einem von einem Zwangssignal begleie-
teten Bildelement das Ergebnis der mit einem vorher ausge-
wählten Schwellenwert durchgeföhrten Digitalisierung in
Abhängigkeit von dem Zwangssignal geändert wird, während
ein Bereich zwischen den von den gleichen Zwangssignalen
20 begleiteten Bildelementen auf das gleiche Ergebnis der
Digitalisierung wie diese Bildelemente geändert wird.

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung
25 wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals
geschaffen, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbei-
tenden Abtasteinrichtung als schwarzes/weißes Bildelement
ausgelesen wird, indem das Bildsignal mit einem vorgegebe-
nen Schwellenwert verglichen wird. Dieses System weist
30 einen Mittelwertrechner für die Berechnung der Dichte
eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und
der Dichte mehrerer Bezugs-Bildelemente auf, die an das
markierte Bildelement angrenzen. Eine erste Digitalisier-
einrichtung digitalisiert das markierte Bildelement in
35 Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung des Schwel-
lenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der durch

1

den Mittelwertrechner geliefert wird. Ein Mittelwertrechner für weiße Bildelemente berechnet den Mittelwert der Dichten der markierten Bildelemente, die von der ersten 5 Digitalisiereinrichtung als weiße Bildelemente identifiziert werden; ein Rechner für modifizierte Schwellenwerte berechnet einen modifizierten Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die weißen Bildelemente, der von dem Mittelwertrechner für die weißen Bildelemente 10 geliefert worden ist, und in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten; eine zweite Digitalisiereinrichtung digitalisiert ein markiertes Bildelement in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

1

lisiereinrichtung digitalisiert ein markiertes Bildelement in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

5 Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals vorgeschlagen, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarzes/weißes Bildelement ausgelesen wird, indem das Bildsignal mit einem vorge-
10 gebenen Schwellenwert verglichen wird. Dieses System weist einen Mittelwertrechner für die Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente auf, die an das markierte Bildelement angrenzen; eine
15 erste Digitalisiereinrichtung digitalisiert ein markiertes Bildelement in Bezug auf einen Schwellenwert durch Berechnung des Schwellenwertes in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten, der von dem Mittelwertrechner geliefert worden ist. Ein Mittelwertrechner für weiße Bildelemente
20 berechnet den Mittelwert der Dichten der markierten Bildelemente, die von der ersten Digitalisiereinrichtung als weiße Bildelemente identifiziert werden; ein Mittelwertrechner für schwarze Bildelemente berechnet den Mittelwert der Dichten der markierten Bildelemente, die von der er-
25 sten Digitalisiereinrichtung als schwarze Bildelemente identifiziert werden; ein Kontrastrechner berechnet den Kontrast einer Abbildung im Bereich des markierten Bildelementes, also rund um das markierte Bildelement, in Abhän-
gigkeit von der Mittelwert für die weißen Bildelemente,
30 der von dem Mittelwertrechner für die weißen Bildelemente geliefert worden ist, und in Abhängigkeit von dem Mittelwert für die schwarzen Bildelemente, der von dem Mittelwertrechner für die schwarzen Bildelemente geliefert wor-
den ist; ein Schwellenwertrechner berechnet einen modifi-
35 zierten Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Mittelwert der Dichten und in Abhängigkeit von dem Kontrast; eine

1

zweite Digitalisiereinrichtung digitalisiert ein markiertes Bildelement in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert.

5

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals geschaffen, das von einer Abtasteinrichtung ausgelesen wird; dieses System weist einen Mittelwertrechner zur Berechnung des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und mehrere Bezugs-Elemente, die an das markierte Bildelement angrenzen, einen Schwellenwertrechner für die Berechnung eines Schwellenwertes, indem das Ergebnis der Berechnung des Mittelwertrechners einer vorgegebenen Operation unterworfen wird, sowie eine Schaltungsanordnung zur Modifizierung des Schwellenwertes auf, die den von dem Schwellenwertrechner gelieferten Schwellenwert in einem vorgegebenen Bereich modifiziert.

20

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen vorgeschlagen, die sequentiell, also nacheinander, von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarze/weiße Bildelemente ausgegeben werden; dieses System weist einen ersten Mittelwertrechner für die sequentielle Berechnung eines Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente auf, die an das markierte Bildelement angrenzen, während das markierte Bildelement in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung verschoben wird; ein zweiter Mittelwertrechner berechnet sequentiell den Mittelwert der Dichten der markierten und Bezugs-Bildelemente, während das markierte Bildelement in einer Richtung verschoben wird, die entgegengesetzt zur Abtastrichtung der Abtasteinrichtung verläuft; ein Differenzrechner

- 10 -

• 20 •

1 berechnet sequentiell für jedes markierte Bildelement
die Differenz zwischen dem ersten Mittelwert, der von
dem ersten Mittelwertrechner geliefert worden ist, und
5 dem zweiten Mittelwert, der von dem zweiten Mittelwertrech-
ner geliefert worden ist. Eine Auswahleinrichtung ist
so aufgebaut, daß sie eine Änderung des Absolutwertes
der von dem Differenzrechner gelieferten Differenz in
folgender Weise berücksichtigt: Wenn nacheinander Absolut-
10 werte von Differenzen auftreten, die größer als ein vorge-
gebener Wert sind, wird der größte der Absolutwerte der
aufeinanderfolgen Differenzen festgestellt; in einem vorge-
gebenen Bereich, in dem sich ein der Differenz mit dem
größen Absolutwert zugeordnetes Bildelement in der Mitte
15 befindet, wird der erste Mittelwert für eine Seite neben
der Abtaststartlage in Bezug auf das Bildelement ausge-
wählt, das der Differenz zugeordnet ist, während der zwei-
te Mittelwert für eine Seite ausgewählt wird, die der
Abtastendlage benachbart ist; ein Rechner für modifizierte
20 Schwellenwerte berechnet einen modifizierten Schwellenwert
in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Auswahleinrich-
tung bzw. des Selektors; schließlich berechnet ein Schwei-
lenwertrechner einen Schwellenwert in Abhängigkeit von
dem ersten und zweiten Mittelwert, wodurch der Schwellen-
wert durch den modifizierten Schwellenwert modifiziert
25 wird.

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung
wird ein System zur Digitalisierung eines Bildsignals
30 geschaffen, das sequentiell von einer mit Bildelement-Auf-
lösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarze/weiße
Bildelemente ausgelesen wird ; dieses System weist einen
Mittelwertrechner für die Berechnung des Mittelwertes
der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildele-
35 mentes und der Dichten mehrerer Bezugs-Bildelemente auf,
die an das markierte Bildelement angrenzen; eine Schal-

- 21 -

• 21 •

1 tungsanordnung zur Verschiebung eines Signals erzeugt einen abweichenden Mittelwert und ein abweichendes Bildsignal, indem der von dem Mittelwertrechner bzw. das Bildsig-
5 nal in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung, eine vorgege-
bene Zahl von Bildelementen verschoben werden; eine Mittel-
wert-Auswahleinrichtung wählt Bildelement-für-Bildelement den größeren Mittelwert und den abweichenden Mittelwert aus; ein Schwellenwertrechner berechnet schließlich den
10 Schwellenwert auf der Basis der einzelnen Bildelemente in Abhängigkeit von dem Ausgangssignal der Mittelwert-Aus-
wahlteinrichtung.

Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung
15 wird ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen vorge-
schlagen, die sequentiell von einer mit Bildelement-Auflö-
sung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarze/weiße
Bildelemente identifiziert und ausgegeben werden; dieses
System weist einen Mittelwertrechner für die Berechnung
20 des Mittelwertes der Dichte eines markierten, zu digitali-
sierenden Bildelementes und der Dichten mehrerer Bezugs-
Bildelemente auf, die an das markierte Bildelement angren-
zen; ein Schwellenwertrechner berechnet den Schwellenwert
25 in Abhängigkeit von dem Mittelwert, der auf Bildelement-Ba-
sis von dem Mittelwertrechner geliefert worden ist; eine
Schaltungsanordnung zur Verschiebung des Schwellenwertes
verschiebt den Schwellenwert relativ zu dem Bildsignal
in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung um eine vorgegebe-
ne Zahl von Bildelementen, um einen abweichenden Schwellen-
wert zu liefern; eine Schaltungsanordnung zur Modifizie-
30 rung des Schwellenwertes berechnet einen modifizierten
Schwellenwert in Abhängigkeit von dem Schwellenwert und
dem abweichenden Schwellenwert.

35 Nach einem weiteren Aspekt der vorliegenden Erfindung
wird schließlich ein System zur Digitalisierung eines

- 22 -

• 22 •

1

Bildsignals vorgeschlagen, das von einer mit Bildelement-Auflösung arbeitenden Abtasteinrichtung als schwarze/weiße Bildelemente in Bezug auf einen vorgegebenen Schwellenwert 5 ausgegeben werden. Dieses System weist eine Bildelement-Auswahleinrichtung auf, die die Bildelemente auf einer vorgegebenen Zahl von Hauptabtastzeilen in einer vorgegebenen Folge auswählt, um Bildsignale zu erzeugen, die den jeweiligen Bildelementen zugeordnet sind; ein Mittelwertrechner berechnet den Mittelwert der Dichte eines markierten, zu digitalisierenden Bildelementes und der Dichten von Bezugs-Bildelementen, die an das markierte Bildelement angrenzen, und zwar in Abhängigkeit von einem Bildsignal, das von der Bildelement-Auswahleinrichtung ausgegeben 10 worden ist; ein Schwellenwertrechner berechnet den Schwellenwert, der dem markierten Bildelement zugeordnet ist, in Abhängigkeit von dem Mittelwert; die Bildelemente, die von der Bildelement-Auswahleinrichtung nicht ausgewählt worden sind, werden in Bezug auf den Schwellenwert 15 digitalisiert, der dem markierten Bildelement auf der gleichen Hauptabtastzeile zugeordnet ist.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beiliegenden, schematischen Zeichnungen näher erläutert.

Es zeigen

Fig. 1 bis 5 eine erste Ausführungsform eines Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen 30 nach der vorliegenden Erfindung, wobei im einzelnen darstellen:

Fig. 1 eine schematische Ansicht des Grundprinzips 35 der ersten Ausführungsform,

Fig. 2 eine graphische Darstellung von Beispielen

- 13 -

1

. 23 .

für die Wichtungs-Koeffizienten,

5 Fig. 3 ein Diagramm einer Technik zur Behandlung eines markierten Bildelementes, das sich an der Abtaststartlage befindet,

Fig. 4 ein Blockdiagramm des Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen, und
10

Fig. 5 ein Blockdiagramm einer speziellen Ausführungsform des Mittelwertrechners,

15 Fig. 6 bis 9 eine zweite Ausführungsform eines Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung, wobei im einzelnen darstellen:

20 Fig. 6 ein Blockdiagramm des Systems,

Fig. 7 und 8 schematische Ansichten zur Beschreibung der Funktionsweise eines wesentlichen Teils des Systems nach Fig. 6,

25 Fig. 9A eine Wellenform, die die Dichteänderung einer Vorlage auf einer Abtastzeile darstellt,

Fig. 9B eine Wellenform, bei der es sich um die digitalisierte Version der Wellenform nach Fig.
30 9A handelt,

Fig. 9C die Wellenform der Ausgangssignale einer Digitalisierschaltung,

35 Fig. 9D eine Wellenform, die ein Beispiel für die Zwangssignale darstellt,

- 14 -

. 24.

1

Fig. 9E eine Wellenform, die die Ausgangssignale einer Modifizierschaltung darstellt,

5 Fig. 10 bis 16 eine dritte Ausführungsform eines Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im einzelnen darstellen:

Fig. 10 ein Blockdiagramm des Systems,

10

Fig. 11A Wellenformen, die Beispiele für Schwellenwerte darstellen, die aus den Dichtesignale und nur durch die Mittelwerte für alle Bildelemente gewonnen werden,

15

Fig. 11B eine Wellenform, die Beispiele für Ausgangssignale einer Digitalisierschaltung darstellen,

20

Fig. 11C Wellenformen, die Beispiele für Dichtesignale und verschiedene Mittelwerte darstellen,

25

Fig. 12A Wellenformen, die Beispiele für Schwellenwerte darstellen, die durch die Mittelwerte für alle Bildelemente und die Mittelwerte für weiße Bildelemente zusammen mit Dichtesignalen gewonnen werden,

30

Fig. 12B eine Wellenform, die ein Beispiel eines digitalen Signals darstellt,

35

Fig. 13 ein Blockdiagramm einer alternativen Konstruktion gemäß der dritten Ausführungsform,

35

Fig. 14A eine Wellenform, die Beispiele für Schwellenwerte darstellt, die aus den Mittelwerten für alle Bildelemente und den Mittelwerten

- 15 -

1

. 25.

für schwarze Bildelemente zusammen mit den Dichtesignalen gewonnen werden,

5 Fig. 14B eine Wellenform, die ein Beispiel für ein digitales Signal darstellt,

10 Fig. 5 ein Blockdiagramm einer weiteren, alternativen Konstruktion des Systems nach der dritten Ausführungsform,

Fig. 16A eine Wellenform, die Beispiele für den Kontrast der Abbildungen darstellt,

15 Fig. 16B Wellenformen, die Beispiele für Schwellenwerte darstellen, die aus den Mittelwerten für alle Bildelemente und dem Kontrast zusammen mit den Dichtesignalen gewonnen werden,

20 Fig. 16C eine Wellenform, die ein Beispiel für ein digitales Signal darstellt,

25 Fig. 17 und 18 eine vierte Ausführungsform eines Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im Detail darstellen:

Fig. 17 ein Blockdiagramm des Systems nach der vierten Ausführungsform,

30 Fig. 18 Wellenformen, die Beispiele für die Dichtesignale, die Schwellenwerte und die modifizierten Schwellenwerte darstellen,

35 Fig. 19 und 20 eine fünfte Ausführungsform eines Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im Detail darstellen:

- 16 -

. 26 .

1

Fig. 19 ein Blockdiagramm des Systems nach der fünften Ausführungsform,

5

Fig. 20A Wellenformen, die Beispiele für die Mittelwerte in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung zusammen mit einem Dichtesignal darstellen,

10

Fig. 20B Wellenformen, die Beispiele für Dichtesignale und modifizierte Schwellenwerte darstellen,

15

Fig. 21 ein Blockdiagramm des Systems nach der sechsten Ausführungsform des Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im Detail darstellen:

20

Fig. 21 Wellenformen, die Beispiele für Dichtesignale und Mittelwerte darstellen,

25

Fig. 22B Wellenformen, die Beispiele für Mittelwerte, abweichende Mittelwerte und abweichende Dichtesignale darstellen,

30

Fig. 22C Wellenformen, die Beispiele für die modifizierten Mittelwerte und Dichtesignale darstellen,

35

Fig. 23 ein Blockdiagramm eines alternativen Aufbaus des Systems nach der sechsten Ausführungsform,

Fig. 24A Wellenformen, die Beispiele für die Dichtesignale und die Schwellenwerte darstellen,

35

Fig. 24B Wellenformen, die Beispiele für die Dichtesignale, die Schwellenwerte und die abweichen den Schwellenwerte darstellen,

- 27 -

.27.

1

Fig. 24C Wellenformen, die Beispiele für die modifizierten Schwellenwerte und Dichtesignale darstellen,

5

Fig. 25 bis 28 eine siebte Ausführungsform des Systems nach der vorliegenden Erfindung, wobei im Detail darstellen:

10

Fig. 25 ein Blockdiagramm des Systems nach der siebten Ausführungsform,

Fig. 26

eine Vorderansicht eines Beispiels für die Technik, nach der die Bildelemente ausgewählt werden,

15

Fig. 27 eine ähnliche Ansicht wie Fig. 26, wobei jedoch eine andere Technik für die Bildelement-Auswahl dargestellt ist, und

20

Fig. 28 ein Diagramm, das eine weitere Technik für die Bildelement-Auswahl darstellt.

25

Obwohl das System zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung in verschiedenen, konkreten Ausführungsformen realisiert werden kann, und zwar in Abhängigkeit von den Einsatzbedingungen und den Anforderungen der Praxis, ist ein großer Teil der hier dargestellten und beschriebenen Ausführungsformen hergestellt, getestet und eingesetzt worden; alle Ausführungsformen haben zufriedenstellend gearbeitet.

30

Im folgenden wird auf die beiliegenden Zeichnungen Bezug genommen, die sieben verschiedene Ausführungsformen des Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung darstellen.

- 18 -

1

• 28 •

I) Erste Ausführungsform

Allgemein gesprochen wird in Bezug auf die Dichte ein
5 markiertes bzw. bestimmtes, ausgewähltes Bildelement (Pixel), das digitalisiert werden soll, mit den Bezugs-Bil-
dementen korreliert, die sich in der Nähe des markierten
Bildelementes befinden; ein Bezugs-Bildelement, das näher
bei dem markierten Bildelement liegt, steht in einer enge-
10 ren Beziehung zu dem markierten Bildelement als die ande-
ren Bildelemente, d.h., sie haben in Bezug auf die Dichte
eine engere Korrelation. Unter Ausnutzung dieser Beziehung
wird mit der ersten Ausführungsform ein Verfahren zur
Berechnung eines Schwellenwertes für die Digitalisierung
15 eines markierten Bildelementes vorgeschlagen, bei dem
die inherente Natur der Dichteverteilung der Abbildungen
ausgenutzt wird.

Im Detail werden hierbei Gewichts- bzw. Einfluß-Koeffizien-
ten, die exponentiell mit einer Erhöhung des Abstandes
20 von einem markierten Bildelement abnehmen, den jeweiligen
Bezugs-Bildelementen entsprechend ihren Abständen zugeord-
net; dann wird ein gewichteter Mittelwert berechnet, und
schließlich wird eine vorgegebene Berechnung (beispielswei-
se 25 eine Multiplikation mit einer Konstanten) mit dem ge-
wichteten Mittelwert durchgeführt, um einen Schwellenwert
für die Digitalisierung des markierten Bildelementes zu
erhalten. Dadurch spiegelt der Schwellenwert die Dichtever-
teilung in der Nähe des markierten Bildelementes besser
30 wieder, so daß das markierte Bildelement optimal digitali-
siert werden kann.

Bei der Darstellung einer bestimmten, abzutastenden und
zu digitalisierenden Zeile einer Vorlage nach Fig. 1 soll
35 angenommen werden, daß ein markiertes Bildelement B_0 eine
Dichte x_0 hat, während ein Bezugs-Bildelement P_i , das

- 29 -

1

. 29.

sich im Abstand i (positive ganze Zahl) von dem markierten Bildelement P_0 befindet, eine Dichte χ_i hat. Außerdem soll angenommen werden, daß der Wichtungskoeffizient des Bezugs-Bildelementes P_i als eine Exponentialfunktion $C_{Mi} = m^i$ ($0 < m < 1$) ausgedrückt wird, die mit einer Erhöhung des Abstandes i von dem markierten Bildelement P_0 abnimmt, wie sich aus der Kurvendarstellung dieser Exponentialfunktion in Fig. 2 ergibt. Deshalb läßt sich ein gewichteter Mittelwert M_w für das markierte Bildelement P_0 , der dem markierten Bildelement und den Bezugsbildelementen P_i ($i = 1, 2, \dots, n$) zugeordnet ist, durch die folgende Gleichung ausdrücken:

$$15 \quad M_w = \frac{x_0 + m x_1 + m^2 x_2 + \dots + m^n x_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (1)}$$

Modifizieren der Gl. (1) ergibt:

$$20 \quad M_w = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} x_0 + m M_w' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n x_{n+1} \quad \text{Gl. (2)}$$

dabei ist M_w' der gewichtete Mittelwert in Bezug auf ein markiertes Bildelement P_1 , der dem markierten Bildelement P_1 und den Bezugs-Bildelementen P_i ($i = 2, 3, \dots, n+1$) zugeordnet ist.

Nimmt man an, daß $m^n \approx 0$ ist, dann ergibt sich:

$$30 \quad M_w = (1 - m) x_0 + m M_w' \quad \text{Gl. (3)}$$

Auf diese Weise kann der gewichtete Mittelwert M_w durch seine Beziehung mit einem gewichteten Mittelwert M_w' ausgedrückt werden, der sich dann ergibt, wenn das unmittelbar vorhergehende Bezugs-Bildelement das markierte Bild-35 element war. Aufgrund der Natur der Gleichung (3) ist es möglich, nacheinander bzw. sequentiell gewichtete Mit-

- 20 -

1

. 30.

telwerte zu erhalten, die den jeweiligen markierten Bild-
elementen zugeordnet sind, indem das folgende Verfahren
wiederholt ausgeführt wird: Wenn das markierte Bildelement
5 Po um ein Bildelement in Abtastrichtung verschoben worden
ist, wird der gewichtete Mittelwert Mw, der kurz zuvor
berechnet worden ist, für den gewichteten Mittelwert Mw'
nach Gl. (3) eingesetzt, um einen neuen gewichteten Mittel-
wert Mw zu bilden. Führt man eine vorgegebene Rechnung
10 an dem sich ergebenden, gewichteten Mittelwert durch,
so ergibt sich ein Schwellenwert für die Digitalisierung.

Wenn nach diesem Prinzip ein geeigneter Wert für den ge-
wichteten Mittelwert Mw' ausgewählt worden ist, der für
15 die Ausführung der Gl. (3) erforderlich ist, wenn sich
das markierte Bildelement Po in der Abtast-Startlage befin-
det (beispielsweise ein Zwischenwert für die Dichtepegel),
kann eine auf Gl. (3) basierende Operation ausgeführt
werden, wenn das markierte Bildelement sequentiell in
20 Abtastrichtung verschoben wird; es ergeben sich dadurch
gewichtete Mittelwerte Mw für die Berechnung von Schwellen-
werten in Bezug auf alle Bildelemente in einer Abtastzeile.

Im oben beschriebenen Fall kann der ursprünglich eingesetz-
25 te Wert für die gewichteten Mittelwerte nicht einer tat-
sächlichen Dichte-Bedingung entsprechen. Trotzdem wird
die wiederholte Ausführung von Gl. (3) im Verlauf der
Berechnungen dem gewichteten Mittelwert in Übereinstimmung
mit der tatsächlichen Dichtebedingung bringen. Insbesonde-
30 re wird eine kleinere Grundzahl bzw. Radix m des Wichtungs-
koeffizienten den Einfluß eines Bezugs-Bildelementes erhö-
hen, das sich nahe bei einem markierten Bildelement befin-
det; dadurch wird der gewichtete Mittelwert schneller
in Übereinstimmung mit der tatsächlichen Dichtebedingung
35 gebracht.

- 21 -

• 31 •

1 Fig. 4 zeigt einen Bildleser oder ein System zur Digitalisierung von Bildsignalen entsprechend dieser bestimmten Ausführungsform; dieser Bildleser ist allgemein durch
5 das Bezugszeichen 100 angedeutet und enthält eine Abtasteinrichtung 102, die eine Vorlage 104 optisch abtastet, um Bildsignale Av zu entwickeln, die den Dichten der jeweiligen Bildelemente zugeordnet sind. Ein Analog/Digital-Wandler 106 (A/D-Wandler) ist mit einem Ausgang der Abtast-
10 einrichtung 202 verbunden, um die ankommenden analogen Videosignale Av in entsprechende digitale 4-Bit-Bildsignale Dv umzuwandeln, die dann auf einen Mittelwertrechner 108 und eine Verzögerungsschaltung 110 gegeben werden.
Der Mittelwertrechner 108 führt die Gl. (3) basierend
15 auf den eingegebenen Daten Dv aus, um so gewichtete Mittelwertdaten Dm zu erzeugen und sie einem Schwellenrechner 112 zuzuführen. Aus dem oben beschriebenen Grund wird
die Operation an den anfänglichen Daten Dv für eine Abtast-
zeile unter Verwendung eines anfänglichen Mittelwertes
20 ausgeführt.

Der Schwellenwertrechner 112 führt, basierend auf den eingegebenen Mittelwertdaten Dm, eine vorgegebene Operation aus, um den Schwellenwert SL zu berechnen und diesen
25 Schwellenwert einem der Eingänge eines Komparators 114 als Bezugswert zuzuführen. In der Zwischenzeit bzw. gleichzeitig verzögert die Verzögerungsschaltung 110 die eingegebenen Daten Dv um eine Zeitspanne, die die Summe der Berechnungszeit ist, die der Mittelwertrechner 108 und
30 der Schwellenwertrechner 112 benötigen; das Ausgangssignal der Verzögerungsschaltung 110 wird an den anderen Eingang des Komparators 114 angelegt. Wenn die Daten Dv größer als der Schwellenwert SL sind, wird das betreffende Bildelement als "schwarzes Bildelement" angesehen, d.h.,
35 das Ausgangssignal Db des Komparators 114 ist eine logische "1". Wenn die Daten Dv kleiner als der Schwellenwert

- 22 -

1

• 32 •

SL sind, wird das entsprechende Bildelement als "weißes Bildelement" angesehen, so daß das Signal Db eine logische "0" ist. Das Signal Db wird einer Bildverarbeitungseinrichtung (nicht dargestellt) zugeführt, die sich in der folgenden Stufe befindet.

Fig. 5 zeigt ein Beispiel für den Aufbau des Mittelwertrechners 108. In diesem speziellen Beispiel ist $m = 15/16$.
10 Dann läßt sich Gl. (3) wie folgt umschreiben:

$$M_w = \frac{x_o}{16} + \left(M_w' - \frac{M_w'}{16} \right)$$

Obwohl es sich gemäß der obigen Beschreibung bei den Daten 15 D_v und den Mittelwertdaten D_m um ein digitales 4-Bit-Signal handelt, werden sie in der praktischen Operation als 8-Bit-Signal behandelt, um acht effektive Ziffern zu liefern. In einem solchen Fall werden die Daten ausgehend von der rechten Seite aus angeordnet, so daß die am mei-20 sten signifikanten Bits (MBS = most significant bits) ausgerichtet werden können. Bei dem Mittelwertrechner 108 nach Fig. 5 empfängt eine Auswahleinrichtung 116 die Ausgangsdaten D_{mo} einer Einstelleinrichtung 118 für den anfänglichen Mittelwert und ein Ausgangssignal einer Ver-25 riegelungsschaltung 120, die die Daten D_{ma} speichern kann, die dem gewichteten Mittelwert M_w' zugeordnet sind. Am Beginn einer Abtastzeile erzeugt ein Zeitgenerator 122 ein Schaltsignal SS, so daß die Auswahleinrichtung 116 die Daten D_{mo} auswählt, die seinem Eingang A zugeführt 30 werden, und die entsprechenden Daten an seinem Ausgang Y abgibt.

Die oberen vier Bits der Daten, die an dem Ausgang Y der Auswahleinrichtung 116 erscheinen, werden auf einen Eingang A einer arithmetischen Logikeinheit (ALU = arithmetic logic unit) 124 und einen Eingang B einer zweiten ALU

• 33 •

1 126 gegeben, während die niedrigeren vier Bits der Daten einem Eingang A der ALU 126 zugeführt werden. Die ALU 126 subtrahiert die von dem Eingang B kommenden Daten 5 von den Daten, die durch den Eingang A eintreffen ($A + \bar{B} + 1$), wobei das Ergebnis einem Eingang A eines Addiergliedes 128 und das Übertragausgangssignal der ALU 124 zugeführt werden. Wenn das Übertrageeingangssignal aktiv ist, führt die ALU 124 einem Eingang A eines Addiergliedes 10 130 die Daten zu, die durch den Eingang A eintreffen; ist der Übertrag nicht aktiv, führt die ALU 124 Daten zu, die durch Subtraktion der Ziffer 1 (eins) von den Daten erzeugt werden, die durch den Eingang A eintreffen.

15 Die ALUs 124 und 126 führen also eine Operation $(Mw' - \frac{Mw'}{16})$ aus; die oberen vier Bits des Ergebnisses dieser Operation werden dem Addierglied 130 und die niedrigeren bzw. unteren vier Bits dem Addierglied 128 zugeführt.

20 Der Eingang B des Addiergliedes 130 empfängt die Daten "Null" und der Eingang B des Addiergliedes 128 die Daten Dv, nämlich das Ausgangssignal des AD Wandlers 106. Die Addierglieder 130 und 128 bilden also Daten, die die Summe 25 des Eingangssignals und Xo darstellen und führen diese Daten der Verriegelungsschaltung 120 zu. Die gleichen Daten, wie die, die der Verriegelungsschaltung 120 zugeführt werden, werden auch an den Schwellenwertrechner 112 als gewichtete Mittelwert-Daten Dm angelegt. Wenn der logische Pegel eines Verriegelungssignals PL das von 30 dem Zeitgenerator 122 an die Verriegelungsschaltung 120 angelegt wird, "H" wird, holt die Verriegelungsschaltung 120 die angegebenen Daten, um den gewichteten Mittelwert Mw' für das nächste Bildelement zu speichern.

35 Der Zeitgenerator 122 steuert die logischen Pegel der Signale SS und PL sowie die Operations-Zeitpunkte bzw.-

• 34 •

1 Zeitabläufe der ALU 124 und der ALU 126 in Abhängigkeit von verschiedenen Zeitsignalen (nicht dargestellt), die von der Abtasteinrichtung 102 und dem AD Wandler 106 angelegt werden.
5

Wie oben beschrieben wurde, lassen sich die gewichteten Mittelwerte mittels eines relativ einfachen Schaltung berechnen.

10 Es wird darauf hingewiesen, daß der Wert für m nicht auf 15/16 beschränkt ist. Wie bereits oben erwähnt wurde, wurde ein kleinerer Wert für m die Zahl der effektiven Bezugs-Bildelemente reduzieren. Allgemein gesprochen würde 15 jedoch die Auswahl eines Wertes für m , der sich durch die Gleichung $\{(2^n - 1) / 2^n\}$ darstellen lässt, den Schaltungsaufbau vereinfachen und die Rechengeschwindigkeit erhöhen.

20 Die bisher beschriebene Einrichtung lässt sich ohne Probleme mittels eines Mikrocomputers realisieren. Bei Bedarf können die Schwellenwerte, die den jeweiligen Bildelementen in einer Abtastzeile zugeordnet sind, gespeichert und für verschiedene, aufeinanderfolgende Zeilen verwendet werden. Obwohl bei der obigen Ausführungsform eine digitale Schaltung für die Berechnung des Schwellenwertes verwendet wird, kann die beschriebene Schaltung auch durch eine analoge Schaltung ersetzt werden.
25

30 Die beschriebene und dargestellte erste Ausführungsform des Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung ist so aufgebaut, daß sie den für die Digitalisierung dienenden Schwellenwert basierend auf den Mittelwert der Dichten von verschiedenen Bildelementen berechnet; dieses System kann also sogar dann eine 35 genaue Digitalisierung der Abbildungen auf einer Vorlage

- 25 -

• 35 •

¹ ausführen, wenn sich die Untergrunddichte der Vorlage örtlich scharf ändert, wie es bspw. dann der Fall ist, wenn eine Vorlage aus verschiedenen, zusammengeklebten Blättern hergestellt wurde.

5

II) Zweite Ausführungsform

In Fig. 6 ist eine zweite Ausführungsform eines Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung dargestellt; diese Ausführungsform ist allgemein ¹⁰ durch das Bezugszeichen 200 angedeutet. Das System 200 weist eine Abtasteinrichtung 202 auf, die digitale Dichtesignale Dd erzeugt; diese Dichtesignale bestehen jeweils aus einer vorgegebenen Zahl von Bits und entsprechen der Dichte eines Bildelementes. Die digitalen Dichtesignale ¹⁵ Dd werden an einen Puffer 204, einen Dichtekomparator 206 und eine Digitalisierschaltung 208 angelegt. Der Puffer 204 hat eine solche Kapazität, daß er das Dichtesignal für ein Bildelement aufnehmen kann; der Puffer 204 spricht auf jedes Dichtesignal Dd an, indem er das Dichtesignal ²⁰ Dd', das dem unmittelbar vorhergehenden Bildelement zugeordnet ist, dem Dichtekomparator 206 zuführt. Der Komparator 206 vergleicht die beiden Dichtesignale Dd und Dd' und erzeugt einen Code U für eine Erhöhung der Dichte, wenn das zuerst erwähnte Signal größer als das zuletzt ²⁵ erwähnte Signal ist, einen Code D für eine Verringerung der Dichte, wenn das zuerst erwähnte Signal kleiner als das zuletzt erwähnte Signal ist, und einen Code E für gleiche Dichte, wenn das zuerst erwähnte Signal gleich dem zuletzt erwähnten Signal ist. Die Signale U, D oder ³⁰ E werden auf eine Schaltung 210 zur Aufprägung eines Zwangssignals gegeben. Wenn die Dichtesignale Dd Werte haben, wie sie in der oberen Reihe von Fig. 7 oder 8 dargestellt sind, werden die Codes U, D und E den verschiedenen Änderungen in der Dichte der Bildelemente aufgeprägt, ³⁵ wie in der Zwischenzeile angedeutet ist. Die Dichtesignale Dd werden sequentiell ausgegeben, und zwar beginnend

- 26 -

1

. 36.

am linken Ende in den Zeichnungen.

Die Schaltung 210 zur Aufprägung des Zwangssignals betrachtet die vier Codedaten als einzelnen Block, während die sequentiell eintreffenden Codedaten jeweils einzeln verschoben werden. Wenn ein Block die Codes U und D nicht im Gemisch enthält und darüberhinaus drei oder mehr Codes U enthält, prägt die Schaltung 210 ein Zwangssignal W (für weiß) einem Bildelement auf, das den anfänglichen Codedaten in dem Block zugeordnet ist, so daß dieses Bild-element als weißes Bildelement identifiziert wird; andererseits prägt die Schaltung 210 ein Zwangssignal B (für black = schwarz) einem Bildelement auf, das dem letzten Code des Blocks zugeordnet ist, so daß dieses Bildelement als schwarzes Bildelement identifiziert wird. Enthält der Block andererseits keine Codes U und D im Gemisch, dafür jedoch drei oder mehr Codes D, so prägt die Schaltungsanordnung 210 das Zwangssignal B einem Bildelement auf, das den anfänglichen Codedaten des Blocks zugeordnet ist, während das Zwangssignal W einem Bildelement aufge-prägt wird, das den letzten Codedaten in dem Block zugeordnet ist. Außerdem prägt die Schaltungsanordnung 210 Leer-signale den Bildelementen auf, denen die Zwangssignale B oder W nicht hinzugefügt werden.

Wenn also Codedaten den jeweiligen Bildelementen zugeordnet werden, wie in der Zwischenreihe in Fig. 7 oder 8 angedeutet ist, führt die Aufstellung der Codedaten in Blöcken von der linken zur rechten Seite, während sie einzeln verschoben werden, zur Aufprägung von Zwangssignalen, wie in der unteren Reihe der gleichen Figur angedeu-tet ist.

Da die Codedaten zu Blöcken gruppiert sind, während sie einzeln verschoben werden, werden die verschiedenen Zwangs-

. 37.

1 signale B und W manchmal gemeinsam einem einzigen Bildelement aufgeprägt, wie in der unteren Reihe von Seite 7
5 angedeutet ist. In diesem Falle werden die Zwangssignale entfernt und durch ein Leersignal ersetzt.

Wie oben beschrieben wurde, überwacht die Schaltungsanordnung 210 zur Aufprägung des Zwangssignals die Dichten der Bildelemente über einen sehr kurzen Abschnitt; ändert 10 sich die Dichte über diesen Abschnitt langsam, so wird das Bildelement in diesem Abschnitt, das die geringste Dichte hat, als weißes Bildelement betrachtet und identifiziert, während das Bildelement mit der höchsten Dichte 15 als schwarzes Bildelement identifiziert und betrachtet wird.

Die Zwangssignale werden nacheinander bzw. sequentiell auf Bildelement-Basis gemeinsam mit den Codedaten an eine 20 Schaltungsanordnung 212 für die Erweiterung der Zwangssignale angesehen. Die Schaltungsanordnung 212 sucht nach Bildelementen, die von den Codedaten E, jedoch nicht von einem Zwangssignal begleitet sind; anschließend führt die Schaltungsanordnung 212 eine Prüfung durch, ob ein 25 benachbartes Bildelement zu dem gefundenen Bildelement von einem Zwangssignal begleitet ist; liegt eine solche Begleitung vor, prägt die Schaltungsanordnung 212 dem gesuchten Bildelement das gleiche Zwangssignal auf. Diese Technik ist in der unteren Reihe von Figur 8 angedeutet. In Fig. 8 stellen die eingeklammerten Bereiche Zwangssignale dar, die von der Schaltungsanordnung 212 aufgeprägt 30 werden. Obwohl die Schaltungsanordnung 212 verschiedene Zwangssignale gleichzeitig einem einzigen Bildelement aufprägen kann, werden solche Zwangssignale entfernt und durch ein Leersignal ersetzt. Auf diese Weise dient die 35 Schaltungsanordnung 212 dazu, die Tendenz in der Dichteän-

1

•38.

derung der Bildelemente, die von der Schaltungsanordnung 210 für die Aufprägung des Zwangssignals festgestellt werden, auf einen Bereich zu erweitern, der einen Bildelement-Abschnitt umgibt, der eine Dichteänderung erfahren hat. Dadurch werden die entsprechenden Eigenschaften bzw. Charakteristiken dieses bestimmten Bildbereiches betont.

Die Schaltungsanordnung 212 zur Erweiterung des Zwangssignals führt die verarbeiteten Zwangssignale nacheinander einer Modifizierschaltung 214 zu. In der Zwischenzeit vergleicht die Digitalisiereinrichtung 208 das Dichtesignal D_d mit Schwellenwertdaten D_t , die von einer Schwellenwerteinstelleinrichtung 216 zugeführt werden, um so zu bestimmen, ob es sich bei jedem Bildelement um ein weißes Bildelement oder um ein schwarzes Bildelement handelt; die Ergebnisse werden nacheinander der Modifizierschaltung 214 zugeführt. Die Modifizierschaltung 214 kann das Ausgangssignal der Digitalisiereinrichtung 208 durch ein Zwangssignal modifizieren. Die Schaltungsanordnung 214 stellt also fest, ob es sich bei einem Bildelement um ein weißes Bildelement oder um ein schwarzes Bildelement handelt, indem sie dem Zwangssignal Priorität im Vergleich mit dem Ausgangssignal der Digitalisiereinrichtung 308 gibt. Sind außerdem zwei Bildelemente, die von gemeinsamen Zwangssignalen begleitet sind, nicht durch ein Bildelement getrennt, das von einer anderen Art Zwangssignal begleitet ist, so wird das Bildelement bzw. die Bildelemente zwischen diesen beiden Bildelementen als gleiche Art Bildelement wie diese beiden Bildelemente betrachtet. Haben beispielsweise zwei Bildelemente jeweils das Zwangssignal B , wie es bei als schwarz identifizierten Bildelementen der Fall ist, und befindet sich kein Bildelement mit einem Zwangssignal W , wie es für ein weißes Bildelement der Fall wäre, zwischen diesen beiden Bildelementen, so würde das Bildelement oder die Bildelemente zwischen den beiden

- 29 -

. 39 .

zuerst erwähnten Bildelementen als schwarzes Bildelement identifiziert werden. Im entgegengesetzten Fall würden die Bildelemente, die sich zwischen zwei so identifizierten Bildelementen befinden, als weiße Bildelemente angesehen werden.

Bei dem obigen Aufbau soll angenommen werden, daß die Abtasteinrichtung 202 eine einzige Abtastzeile einer Vorlage abtastet, die aus Fig. 9A ersichtliche DichteVerteilung hat. Dann entwickelt die Abtasteinrichtung 202 ein Dichtesignal D_d , das eine digitalisierte Version der Dichteverteilung ist. Deshalb wird das aus Fig. 9A ersichtliche analoge Signal in das aus Fig. 9B ersichtliche digitale Signal umgewandelt und als Dichtesignal D_d ausgegeben. Bei dem dargestellten Beispiel wird das analoge Signal in Bezug auf 32 Abstufungen verarbeitet (wie es bei einem aus fünf Bits bestehenden digitalen Signal möglich ist). Zur Vereinfachung des Verständnisses ist das Dichtesignal D_d bei den Pegeln dargestellt, die den 32 Abstufungen zugeordnet sind. Nimmt man an, daß die Schwellenwertdaten D_t einen festen Pegel haben, wie es in Fig. 9B dargestellt ist, so betrachtet die Digitalisiereinrichtung 208 diese Bildelemente mit dem Dichtesignal D_d , die größer als die Schwellenwertdaten D_t sind, als schwarze Bildelemente, während die Bildelemente, deren Dichtesignale kleiner als diese Schwellenwertdaten D_t sind, als weiße Bildelemente betrachtet werden; dadurch ergeben sich die aus Fig. 9C ersichtlichen Ausgangssignale.

Aufgrund der oben erörterten Funktion des Puffers 204, des Komparators 206, der Schaltungsanordnung 210 zur Aufprägung von Zwangssignalen und der Schaltungsanordnung 212 zur Erweiterung der Zwangssignale werden die Zwangssignale B und W den jeweiligen Bildelementen aufgeprägt, wie in Fig. 9D angedeutet ist. Als Ergebnis hiervon er-

- 20 -

• 40 •

1 zeugt die Modifizierschaltung 214 das aus Fig. 9E ersicht-
liche digitale Signal. Von den Bildsignalen, die entspre-
chend den Ausgangssignalen der Digitalisiereinrichtung
5 208 als weiße Bildsignale ausgegeben werden, werden die
Bildelemente mit den Zwangssignalen B als schwarze Bild-
elemente angesehen, während von den Bildelementen, die
entsprechend den Ausgangssignalen der Digitalisiereinrich-
tung 208 als schwarze Bildelemente angesehen werden, die
10 Bildelemente mit den Zwangssignalen W als weiße Bildelemen-
te identifiziert werden. Weiterhin ist der aus Fig. 9D
ersichtliche Bereich R zwischen den Zwangssignalen W ange-
ordnet; deshalb werden die Bildelemente in dem Bereich
R als weiße Bildelemente identifiziert. Das sich ergeben-
15 de digitale Signal bildet eine optimale Darstellung eines
Bereiches der Abbildung, der sich in seiner Dichte nur
wenig von dem Untergrund unterscheidet.

Obwohl gemäß der bisherigen Beschreibung und Darstellung
20 die Schaltungsanordnung 212 zur Erweiterung des Zwangssig-
nals die Wirkung eines Zwangssignals auf zwei benachbarte
Bildelemente erweitert, die sich längs der Hauptabtastrich-
tung befinden, kann die Schaltungsanordnung 212 auch so
25 aufgebaut sein, daß sie im gleichen Sinne auf benachbarte
Bildelemente in Unterabtastrichtung oder sogar auf vier
Bildelemente wirkt, die sowohl in Hauptabtast- als auch
in Unterabtastrichtung einander benachbart sind. Obwohl
ein Block, auf den die Schaltungsanordnung 210 zur Aufprä-
gung des Zwangssignals einwirkt, vier Bildelemente auf-
30 weist, kann er als Alternative zu der beschriebenen Ausfüh-
rungsform auch drei, fünf, sechs oder irgendeine andere
geeignete Zahl von Bildelementen enthalten. Und schließ-
lich kann die Digitalisierung, die durch logische Schaltun-
gen und ähnliche Komponenten erfolgt, wie oben beschrieben
35 wird, in gleicher Weise auch durch einen Mikrocomputer

- 31 -

1 · 41 ·
 realisiert werden.

Aus der bisherigen Beschreibung läßt sich also erkennen,
 5 daß das System zur Digitalisierung von Bildsignalen nach
 der zweiten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung
 so aufgebaut ist, daß das Ergebnis der Digitalisierung
 basierend auf einer Änderung in der Dichte der Bildelemen-
 te so modifiziert wird, daß sogar ein Bildbereich, in
 10 dem die Dichtedifferenz zwischen dem Untergrund und den
 effektiven Bildelementen gering ist, adäquat digitalisiert
 werden kann. Dadurch läßt sich sogar eine Vorlage mit
 ungleichmäßiger Untergrunddichte exakt lesen.

15 III) Dritte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf Figur 4 soll im folgenden eine drit-
 te Ausführungsform eines Systems zur Digitalisierung von
 Bildssignalen nach der vorliegenden Erfindung beschrieben
 20 werden; diese Ausführungsform ist durch das Bezugszeichen
 300 angedeutet. Das System 300 benutzt einen Schwellen-
 wert, der den Mittelwert der Dichten der weißen Bildelemen-
 te berücksichtigt. Bei der Ausführungsform nach Fig. 10
 empfängt ein Gesamtmittelwert-Rechner 304, der auf den
 25 Mittelwert aller Bildelemente anspricht, dichte (Bild)Sig-
 nale P_x , die den jeweiligen Bildelementen zugeordnet sind,
 von einer Abtasteinrichtung 302. Der Rechner 304 berechnet
 den Mittelwert M_a der Dichte eines markierten, zu digita-
 lisierenden Bildelementes sowie der Bezugs-Bildelemente,
 30 die sich in der Nähe des markierten Bildelementes befin-
 den, unter Benutzung der folgenden Gleichung:

$$M_a = (1 - m) S_0 + m M_a'$$

G1. (4)

- 32 -

1

. 42 .

Dabei bedeuten:

So = die Dichte des markierten Bildelementes,

5 m = Gewichtskoeffizient,

Ma' = der Mittelwert, der erzeugt wird, wenn das unmittelbar vorhergehende Bildelement ein markiertes Bildelement war.

10 Im folgenden soll im Detail beschrieben werden, wie die Gleichung (4) abgeleitet wurde. Im allgemeinen stehen die Dichte eines markierten Bildelementes und die Dichte von Bezugsbildelementen, die sich in der Nähe des markierten Bildelementes befinden, in einer gewissen Korrelation
 15 zueinander; ein Bezugs-Bildelement, das näher bei dem markierten Bildelement liegt, steht in einer engeren Beziehung zu dem markierten Bildelement als die anderen Bild-
 elemente, d.h., ihre Dichte-Korrelation ist enger. Deshalb lässt sich die Dichteverteilung einer Abbildung in der
 20 Nachbarschaft des markierten Bildelementes, d.h., die Untergrunddichte, sehr gut durch einen gewichteten Mittel-
 wert darstellen, der durch Zuordnung von Gewichtskoeffi-
 zienten zu den jeweiligen Bezugs-Bildelementen entspre-
 chend ihren Abständen von den markierten Bildelementen
 25 berechnet worden ist. Diese Gewichtskoeffizienten nehmen exponentiell mit einer Erhöhung des Abstandes ihrer jeweils zugehörigen Bildelementes von dem markierten Bildelement ab. Ein geeigneter Schwellenwert, der die Untergrunddichte gut wiedergibt, lässt sich also erzielen, indem eine be-
 30 stimmte Berechnung (beispielsweise eine Umwandlung durch eine lineare Funktion) an dem gewichteten Mittelwert erfolgt.

Nimmt man an, daß ein markiertes Bildelement eine Dichte
 35 So hat, und daß ein Bezugs-Bildelement, das von dem mar-
 kierten Bildelement in einem Abstand ($i \times r$) (wobei i

- 33 -

• 43 •

1 eine ganze Zahl und r die Breite eines Bildelementes sind)
 eine Dichte von S_i und einen Gewichtscoefficienten von
 m_i ($0 < m < 1$) haben, so lässt sich der gewichtete Mittel-
 5 wert der Bezugs-Bildelemente einschließlich des markierten
 Bildelementes wie folgt ausdrücken:

$$M_a = \frac{S_0 + mS_1 + m^2 S_2 + \dots + m^n S_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (5)}$$

10

Durch Modifizieren von Gleichung (5) ergibt sich:

$$15 M_a = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} S_0 + m M_a' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (6)}$$

Da $m^n \approx 0$ ist, lässt sich die Gleichung (6) wie folgt umschreiben:

20

$$M_a = (1 - m) S_0 + m M_a'$$

Das obige Verfahren führte zur Gleichung (4).

25 Der Mittelwert M_a , der von dem Gesamtmittelwert-Rechner 304 ausgegeben wird, wird auf einen Schwellenwertrechner 306 und einem Rechner 308 für einen modifizierten Schwellenwert gegeben. Der Rechner 306 berechnet einen Schwellenwert T_{Ha} unter Benutzung der folgenden Gleichung (7) und führt diesen Schwellenwert einer Digitalisierungsschaltung 310 zu:
 30

$$T_{Ha} = k_1 \cdot M_a + k_2 \quad \text{Gl. (7)}$$

35 In dieser Gleichung sind k_1 und k_2 Konstanten. Die Digitalisierungsschaltung 310 vergleicht den Schwellenwert T_{Ha}

• 44 •

1 mit einem Dichtesignal Px Bildelement-Vier-Bildelement;
 wenn das zuletzt erwähnte Signal größer als das zuerst
 erwähnte Signal ist, erhält das digitale Signal SBa den
 5 logischen Pegel "H". Das digitale Signal SBa wird einem
 Steuereingang einer Verknüpfungsschaltung 314 über einen
 Inverter 312 zugeführt, so daß das Dichtesignal Px eines
 Bildelementes, das von der Digitalisierungsschaltung 310
 als weißes Bildelement angesehen wird, über die Verknüp-
 10 fungsschaltung 314 an den Rechner 316 für den Mittelwert
 der weißen Bildelemente angelegt wird.
 Der Rechner 316 für den Mittelwert der weißen Bildelemente
 berechnet den Mittelwert Mw für die weißen Bildelemente
 unter Verwendung der gleichen Gleichung wie der Rechner
 15 304 für den Gesamtmittelwert. Das Ausgangssignal Mw des
 Rechners 316 wird dem Rechner 308 für den modifizierten
 Schwellenwert zugeführt. Dann erzeugt der Rechner 308
 unter Verwendung der eingegebenen Mittelwerte Ma und Mw
 den modifizierten Schwellenwert THw entsprechend der fol-
 genden Gleichung:
 20

$$THw = (k_3 \cdot Ma + k_4 \cdot Mw) / 2 + k_5 \quad \text{Gl. (8)}$$

Dabei sind k_3 , k_4 und k_5 Konstanten.

25 Es wird noch darauf hingewiesen, daß der modifizierte
 Schwellenwert THw in Bezug auf das gerade markierte Bild-
 element erhalten wird. Der modifizierte Schwellenwert
 THw wird einer Digitalisierungsschaltung 318 zugeführt,
 30 die dann das Dichtesignal in ein digitales Signal SBW
 umwandelt und erst der nächsten Stufe zuführt.

Nimmt man an, daß ein Dichtesignal innerhalb der aus Fig.
 11A ersichtlichen Zeitspanne entwickelt worden ist, so
 ändert sich der Schwellenwert THa, wie ebenfalls in dieser
 35 Figur angedeutet ist. Zur Vereinfachung der Darstellung

• 45.

1 wird der Schwellenwert THa unter der Annahme berechnet,
daß in Gleichung (7) $K_1 = 1$ und $k_2 = 0$ sind; dann ist
dieser Mittelwert gleich dem Mittelwert Ma. Als Ergebnis
hiervon erscheint ein digitales Signal SBa, daß den logi-
5 schen Pegel "H" erhält, wenn $P_x \geq THa$ ist, wie in Figur
11B zu erkennen ist. Weiterhin wird das Dichtesignal Px
bei digitalem Signal SBa mit dem logischen Pegel "L" dem
Rechner 316 für den Mittelwert der weißen Bildelemente
10 zugeführt, wodurch der Mittelwert Mw für die weißen Bild-
elemente erhalten wird, wie in Fig. 11c durch die strich-
punktisierte Linie angedeutet ist. Dann erzeugt der Rechner
308 den modifizierten Schwellenwert THw, wie in Fig.
12A dargestellt ist, so daß die Digitalisierungsschaltung
15 318 das aus Figur 12B ersichtliche digitale Signal liefert.

Da der Schwellenwert unter Berücksichtigung der Dichten
der weißen Bildelemente modifiziert wird, läßt sich ein
exzellentes Ansprechverhalten in den Teilen erreichen,
20 in den die Untergrunddichte scharf abnimmt; dies ist be-
sonders wirksam für die Verbesserung der Reproduzierbar-
keit in diesen bestimmten Bereichen.

In folgenden soll unter Bezugnahme auf Fig. 13 eine alter-
native Ausführungsform beschrieben werden, bei der der
25 Schwellenwert unter Berücksichtigung der Dichten der
schwarzen Bildelemente kompensiert wird.

Bei der Ausführungsform nach Fig. 13 hat das allgemein
durch das Bezugszeichen 300a angedeutete System zur Digi-
30 talisierung eines Bildsignals einen solchen Aufbau, daß
das digitale Signal SBa, daß von der Digitalisierungsein-
richtung 310 ausgegeben wird, direkt dem Steuereingang
der Verknüpfungsschaltung 314 zugeführt wird. Bei diesem
Aufbau wird das Dichtesignal Px, das einem Bildelement
35 zugeordnet ist, daß von der Digitalisierungsschaltung

. 46 .

1 310 als schwarzes Bildelement angesehen wird, über das
Verknüpfungsglied 314 dem Rechner 316a für den Mittelwert
der schwarzen Bildelemente zugeführt. Der Rechner 316
5 für den Mittelwert der schwarzen Bildelemente berechnet
- entsprechend dem Rechner 316 für den Mittelwert der
weißen Bildelemente bei der Ausführungsform nach Figur
10 10 - den Mittelwert Mb für die schwarzen Bildelemente,
wie in Fig. 11C durch die strichpunktierte Linie angedeu-
10 tet ist, und führt diesen Mittelwert dem Rechner 308 für
den modifizierten Schwellenwert zu. Der Rechner 308 er-
mittelt basierend auf dem Mittelwerten Ma und Mb den modi-
fizierten Schwellenwert THb auf die oben beschriebene
15 Weise (siehe Fig. 14A) und legt das Ausgangssignal an
die Digitalisierungseinrichtung 318 an. Als Ergebnis hier-
von wird ein digitales Signal SBb, wie es in Fig. 14B
dargestellt ist, von der Digitalisierungseinrichtung 318
abgegeben.

20 Die übrigen Komponenten dieser Ausführungsform und ihrer
Funktionsweise entsprechen denen in der Ausführungsform
nach Fig. 10, so daß sie nicht nochmal beschrieben werden
sollen.

25 Das System 300a modifiziert den Schwellenwert unter Berück-
sichtigung der Dichten der schwarzen Bildelemente, so
daß sich auch hier eine Verbesserung der Reproduzierbar-
keit insbesondere in den Bereichen mit beträchtlicher
Untergrunddichte ergibt.

30 Ein weiterer alternativer Aufbau einer Ausführungsform,
bei der der Kontrast einer Abbildung rund um ein markier-
tes Bildelement bei der Modifizierung des Schwellenwertes
berücksichtigt wird, soll im folgenden unter Bezugnahme
auf Fig. 15 geschrieben werden.
35

Bei der Ausführungsform nach Fig. 15 ist das allgemein

• 47.

1 durch das Bezugszeichen 300b angedeutete System zur Digitalisierung eines Bildsignals so ausgelegt, daß das digitalisierte Signal SBa das von der Digitalisierungseinrichtung 310 (siehe Fig. 11B) ausgegeben wird, direkt an einen Steuereingang einer Verknüpfungsschaltung 314a sowie über einen Inverter 312 an den Steuereingang der Verknüpfungsschaltung 314 angelegt wird. Deshalb wird das Dichtesignal Px eines Bildelementes, das von der Digitalisierungseinrichtung 310 als weißes Bildelement identifiziert wird, 10 über das Verknüpfungsglied 314 an den Rechner 316 für den Mittelwert der weißen Bildelemente angelegt, während das Dichtesignal Px eines Bildelementes, daß als schwarzes Bildelement identifiziert wird, über das Verknüpfungsglied 314a an den Rechner 316a für den Mittelwert der schwarzen Bildelemente angelegt wird. Der Mittelwert Mw für die weißen Bildelemente, der von dem Rechner 316 ausgegeben wird, und der Mittelwert MB für die schwarzen Bildelemente, der von dem Rechner 316a (siehe Fig. 11C) ausgegeben wird, werden in einem Kontrastrechner 320 zugeführt.

Der Kontrastrechner 320 verarbeitet die Mittelwerte Mw und Mb, um die Differenz zwischen ihnen zu erzeugen, und führt sein Ausgangssignal dem Rechner 308a für den modifizierten Schwellenwert als Kontrastdaten CT (siehe Fig. 16A) zu. Der Rechner 308a berechnet einen modifizierten Schwellenwert THc (siehe Fig. 16B) unter Verwendung der folgenden Gleichung (9) und legt das Ergebnis an die Digitalisierungseinrichtung 318:

30

$$THc = Ma + k_6 \cdot CT + k_7$$

Gl. (9)

Dabei sind k_6 und k_7 Konstanten. Als Ergebnis erzeugt die Digitalisierungseinrichtung 318 das aus Fig. 16 ersichtliche Signal SBC.

. 48 .

1 Die übrigen Komponenten und ihre Funktionsweise entsprechen den in der Ausführungsform nach Fig. 10, so daß sie nicht nochmals im Detail beschrieben werden sollen.

5 Das oben erörterte System 300b modifiziert den Schwellenwert unter Berücksichtigung des Kontrastes der Abbildung, so daß die Bildsignale adäquat digitalisiert werden können, die den Bereichen zugeordnet sind, in denen sich eine relevante Dichtedifferenz zwischen weißen und schwarzen

10 Bildelementen ergibt, d.h., in denen ein großer Kontrast herrscht.

Bei keinem der Systeme 300, 300a und 300b müssen alle Rechner 304, 316 und 316a mit dem gleichen Gewichtskoeffizienten m in Gleichung (4) arbeiten, sondern die einzelnen Gewichtskoeffizienten können je nach Bedarf ausgewählt werden, um in geeigneter Weise den Mittelwert für jeden Rechner zu ermitteln. Außerdem kann ein Mikrokomputer benutzt werden, um den oben beschriebenen Aufbau und diese 20 Funktionsweise mittels entsprechender Software zu realisieren.

Wie oben beschrieben wurde, ist die vierte Ausführungsform dazu geeignet, sogar die Bildsignale in Bereichen zu 25 digitalisieren, in denen sich die Dichte ändert, indem der Schwellenwert nicht nur unter Berücksichtigung des Mittelwertes der Bildelement-Dichten, sondern auch unter Berücksichtigung mindestens eines Faktors berechnet wird, der die Dichtebedingung der Bildelemente darstellt.

30

IV) Vierte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf Fig. 17 soll nun ein System 400 zur Digitalisierung von Bildsignalen entsprechend einer vierten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung beschrieben 35 werden. Das System 400 verwendet einen Schwellenwert,

1

.19

der unter Berücksichtigung des Mittelwertes der Dichte der weißen Bildelemente ausgewählt worden ist. Bei der Ausführungsform nach Fig. 17 empfängt ein Mittelwertrechner 404 Dichtesignale (Bildsignale) P_x auf Bildelement-Basis von einer Abtasteinrichtung 402. Der Rechner 404 berechnet den Mittelwert M_a der Dichten von Bezugs-Bildelementen, die ein markiertes Bildelement umgeben, entsprechend der folgenden Gleichung 10:

10

$$Ma = (1 - m) So + m Ma' \quad \text{Gl. (10)}$$

Dabei bedeuten:

15

So = die Dichte eines markierten Bildelementes,
 m = Gewichtskoeffizient , und
 Ma' = der Mittelwert, der dann erzeugt wird,
 wenn das unmittelbar vorhergehende Bild-
 element ein markiertes Bildelement war.

20

Im folgenden soll die Ableitung von Gleichung (10) im Detail beschrieben werden. Im allgemeinen stehen die Dichte eines markierten Bildelementes und die Dichte der Bezugs-Bildelemente, die sich nahe bei dem markierten Bildelement befinden, in Korrelation zueinander; ein Bezugs-Bildelement, daß näher bei dem markierten Bildelement liegt, steht in einer engeren Beziehung mit dem markierten Bild- element als die anderen Bezugs-Bildelemente, d.h., ihre Dichte-Korrelation ist sehr eng. Deshalb lässt sich die Dichteverteilung einer Abbildung in der Nähe des markierten Bildelementes, d.h., die Untergrunddichte, sehr gut durch einen Mittelwert darstellen, der auf folgenden Überlegungen beruht: dieser Mittelwert wird berechnet, indem den jeweiligen Bezugs-Bildelementen entsprechend ihren Abständen von dem markierten Bildelement Gewichtskoeffi- zienten zugeordnet werden, die exponen iell mit einer

- 40 -

• 50 •

1 Erhöhung des Abstandes von dem markierten Bildelement abnehmen. Daraus ergibt sich wieder, daß ein Schwellenwert, der die Untergrunddichte gut wiedergibt, erhalten
 5 werden kann, indem eine bestimmte Rechnung (bspw. eine Umwandlung durch eine lineare Funktion) an dem mittleren Gewicht vorgenommen wird.

Nimmt man an, daß ein markiertes Bildelement eine Dichte
 10 So und ein Bezugs-Bildelement, daß von dem markierten Bildelement den Abstand ($i \times r$) (dabei sind i eine ganze Zahl und r die Breite eines Bildelementes) hat, die Dichte S_i bzw. den Gewichtskoeffizienten m^i haben, so läßt sich der gewichtete Mittelwert der Bezugs-Bildelemente einschließlich des markierten Bildelementes durch die folgende Gleichung ausdrücken:

$$Ma = \frac{S_0 + mS_1 + m^2 S_2 + \dots + m^n S_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (11)}$$

20 Durch Modifizierung der Gleichung (11) ergibt sich:

$$Ma = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} S_0 + m Ma' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (12)}$$

25

Da $m^n \approx 0$ gilt, kann die Gleichung (12) wie folgt umgeschrieben werden:

$$Ma = (1 - m) S_0 + m Ma'$$

30

Das obige Verfahren führte zur Gleichung (10).

Der Mittelwert Ma , von dem Rechner 404 für den Gesamt-mittelwert ausgegeben, wird einem Schwellenwertrechner 35 406 zugeführt. Der Schwellenwertrechner 406 berechnet

• 51 •

1 den Schwellenwert TH unter Verwendung der folgenden Gleichung (13) und führt diesen Wert einer Schaltung 408 für die Modifizierung des Schwellenwertes zu:

5

$$TH = k_1 \cdot Ma + k_2$$

Gl. (13)

Dabei sind k_1 und k_2 Konstanten. Der maximale Schwellenwert Lh und der minimale Schwellenwert Ll werden vorher festgelegt. Der Schwellenwert THm ist in der Weise modifiziert worden, daß der Schwellenwert TH in dem Bereich liegt, der durch den maximalen Schwellenwert Lh und den minimalen Schwellenwert Ll begrenzt wird. Wenn also der Schwellenwert TH zwischen dem maximalen und dem minimalen Schwellenwert Lh und Ll liegt, wird der Schwellenwert Th abgegeben; ist er größer als der maximale Schwellenwert Lh, dann wird der maximale Wert abgegeben; ist er kleiner als der minimale Wert Ll, dann wird der minimale Wert Ll abgegeben.

20

Nimmt man an, daß das in Fig. 18 dargestellte Dichtesignal Px zugeführt wird, so wird der sich ergebende, modifizierte Schwellenwert THm in der Weise festgelegt, daß der Teil des Schwellenwertes TH, der größer als der maximale Wert Lh ist, auf Lh begrenzt wird, während der Teil, der kleiner als der minimale Wert Ll ist, auf Ll begrenzt wird.

Der modifizierte Schwellenwert THm wird einer Digitalisierungseinrichtung 410 zugeführt. Die Digitalisierungseinrichtung 410 digitalisiert die Dichte Px in Bezug auf den modifizierten Schwellenwert, um ein digitales Signal SB zu erzeugen, das dann der folgenden Stufe (nicht dargestellt) zugeführt wird.

35

Obwohl bei der obigen Ausführungsform der maximale Wert

- 42 -

. 52.

1 Lh (d.h., die obere Grenze) und der minimale Wert Ll (d.h. die untere Grenze) festgelegt sind, können sie schrittweise entsprechend dem Mittelwert Ma variiert werden.

5

Die vierte Ausführungsform ist besonders zur adäquaten Digitalisierung von Bildsignalen in den Bereichen einer Vorlage geeignet, in denen die Dichte hoch oder niedrig ist, weil diese Ausführungsform den Schwellenwert auf einen 10 begrenzten Bereich beschränkt.

V) Fünfte Ausführungsform

Unter Bezugnahme auf Fig. 19 soll nun eine fünfte Ausführungsform eines Systems 500 zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung beschrieben werden. 15 Bei dem System 500 werden die Dichtesignale (Bildsignale) Px, die den jeweiligen Bildelementen zugeordnet sind, von einer Abtasteinrichtung an einen Zeilenspeicher 504 angelegt, der mehrere Abtastzeilen aufnehmen kann. Die in dem 20 Zeilenspeicher 504 gespeicherten Dichtesignale Px werden jeweils für jede einzelne Abtastzeile in der Folge, die der Abtastrichtung der Abtasteinrichtung 502 zugeordnet ist, einem Rechner 506 für den Mittelwert in Vorwärtsrichtung zugeführt. Gleichzeitig werden sie in der Folge, die der 25 entgegengesetzten Abtastrichtung verlaufenden Richtung zugeordnet ist, einem Rechner 508 für den Mittelwert in Rückwärtsrichtung zugeführt.

Der Rechner 506 für den Mittelwert in Vorwärtsrichtung berechnet in Abhängigkeit von den nacheinander ankommenden 30 Dichtesignalen Px, den Mittelwert Mf in Vorwärtsrichtung für die Dichten, die die jeweiligen Bildelemente umgeben, nach der folgenden Gleichung (14):

85

$$Mf = (1 - m_1) S_0 + m_1 Mf'$$

Gl. (14)

• 53 •

1 Dabei bedeuten:

5 s_o = die Dichte eines Bildelementes, dessen
 Mittelwert in Vorwärtsrichtung berechnet
 werden soll,

10 m_1 = den Gewichtskoeffizienten, und
 M_f' = den Mittelwert in Vorwärtsrichtung, der für
 das unmittelbar vorgehende Bildelement er-
 halten wird.

15 Im folgenden soll im Detail beschrieben werden, wie die
 Gleichung (14) abgeleitet wird. Im allgemeinen sind die
 Dichte eines markierten Bildelementes und die Dichten
 von Bezugs-Bildelementen, die sich in der Nähe des markier-
 ten Bildelementes befinden, korreliert; ein Bezugs-Bild-
 element, das näher bei einem markierten Bildelement liegt,
 hat eine engere Beziehung zu dem markierten Bildelement
 als die anderen, weiter entfernten Bildelemente, d.h.,
 ihre Dichte-Korrelation ist sehr eng. Deshalb lässt sich
 20 die Dichteverteilung einer Abbildung in der Nähe des mar-
 kierten Bildelementes, d.h., die Untergrunddichte, sehr
 gut durch einen gewichteten Mittelwert darstellen, der
 auf folgende Weise berechnet wird. Den jeweiligen Bildele-
 menten werden entsprechend ihren Abständen von dem markier-
 25 ten Bildelement Gewichtskoeffizienten zugeordnet, die
 exponentiell mit einer Erhöhung des Abstandes von dem
 markierten Bildelement abnehmen. Es ergibt sich also,
 daß ein Schwellenwert, der die Untergrunddichte gut wieder-
 gibt, erreicht werden kann, indem eine bestimmte Berech-
 30 nung (bspw. eine Umwandlung durch eine lineare Funktion)
 an dem gewichteten Mittelwert ausgeführt wird.

35 Nimmt man an, daß ein markiertes Bildelement die Dichte
 s_o und ein Bezugs-Bildelement, daß sich im Abstand (i
 $\times r$) (wobei i eine ganze Zahl und r die Breite eines Bild-

- 44 -

54.

1

elementes sind) von dem markierten Bildelement befindet, die Dichte S_i und den Gewichtskoeffizienten m_1^i ($0 < m_1^i < 1$) haben, so lässt sich der Mittelwert Mf der Bezugs-

5

Bildelemente einschließlich des markierten Bildelementes wie folgt ausdrücken:

10

$$Mf = \frac{S_0 + m_1 S_1 + m_1^2 S_2 + \dots + m_1^n S_n}{1 + m_1 + m_1^2 + \dots + m_1^n} \quad \text{Gl. (15)}$$

Durch Modifizieren von Gleichung (15) ergibt sich:

15

$$Mf = \frac{1 - m_1}{1 - m_1^{n+1}} S_0 + m_1 Mf' + \frac{1 - m_1}{1 - m_1^{n+1}} m_1^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (16)}$$

Da $m_1^n \approx 0$ ist, kann Gleichung (16) wie folgt umgeschrieben werden:

20

$$Mr = (1 - m_1) S_0 + m_1 Mf'$$

Die obige Technik führt zur Gleichung (14).

25

Der Rechner 508 für den Mittelwert in umgekehrter bzw. in Rückwärtsrichtung berechnet in ähnlicher Weise der Rechner 506 in Vorwärtsrichtung einen Mittelwert Mr in Rückwärtsrichtung für die Dichten, die die jeweiligen Bildelemente umgeben, nach der folgenden Gleichung (17):

30

$$Mf = (1 - m_1) S_0 + m_1 Mf' \quad \text{Gl. (17)}$$

Dabei sind:

35

S_0 = die Dichte eines Bildelementes, deren Mittelwert in umgekehrter Richtung berechnet werden soll,

- 45 -

• 55.

1

m_2 = der Gewichtkoeffizient, und
 M_r' = der Mittelwert in umgekehrter Richtung, berechnet
für das unmittelbar vorhergehende Bildelement.

5

Die Mittelwerte M_f in Vorwärtsrichtung, die von dem Rechner 506 ausgegeben werden, und die Mittelwerte M_r in Rückwärtsrichtung, die von dem Rechner 508 ausgegeben werden, werden jeweils abtastzeilenweise einem Mittelwertrechner 510, einem Differenzrechner 512 und einer Mittelwert-Auswahlseinrichtung 514 zugeführt.

Der Mittelwertrechner 510 berechnet den Mittelwert M_m aus dem Mittelwert M_f in Vorwärtsrichtung und dem Mittelwert M_r in Rückwärtsrichtung in Bezug auf jedes Bildelement und führt das erhaltene Ergebnis einem Schwellenwertrechner 516 zu. Der Schwellenwertrechner 516 berechnet in Abhängigkeit von dem eingegebenen Mittelwert M_m einen Schwellenwert TH für jedes Bildelement unter Verwendung der folgenden Gleichung (18) und führt dann den Schwellenwert TH dem Schwellenwertkompensator 518 zu:

$$TH = k_1 \cdot M_f + k_2 \quad \text{Gl. (18)}$$

25 Dabei sind k_1 und k_2 Konstanten.

In folgenden soll eine Situation angenommen werden, bei der sich das Dichtesignal P_x auf die Weise ändert, wie sie in Fig. 20A dargestellt ist. Weiterhin soll angenommen werden, daß die Abtastrichtung gemäß der Darstellung in Fig. 20A von links nach rechts verläuft. Wie oben erwähnt wurde berechnet der Rechner 506 für den Mittelwert in Vorwärtsrichtung den Mittelwert M_f in Vorwärtsrichtung unter Verwendung der Gleichung (14), während der Rechner 508 den Mittelwert M_r in Rückwärtsrichtung unter Verwendung der Gleichung (17) ermittelt.

- 46 -

• 56 •

1 Aufgrund der besonderen mathematischen Struktur der Gleichungen (14) und (17) können die entsprechenden Rechenschritte durch sehr einfache Operationsschaltungen realisiert werden. Da die Dichtebedingungen der jeweiligen
5 Bildelemente nicht direkt erscheinen, ergibt sich zwangsläufig eine gewisse Verzögerung, wie ebenfalls dargestellt ist. Im Detail wird der Mittelwert M_f in Vorwärtsrichtung relativ zur Änderung des Dichtesignals P_x in Abtastrichtung verzögert, während der Mittelwert M_r in Rückwärtsrichtung relativ zu der Änderung des Dichtesignals in der anderen Richtung verzögert wird. Deshalb wird der
10 Mittelwert der Dichtesignale P_x an den Punkten P_1 und P_2 unmittelbar vor dem Anstieg und Abfall des Dichtesignals P_x genauer durch den Mittelwert M_f in Vorwärtsrichtung und an den Punkten unmittelbar hinter dem Anstieg
15 und dem Abfall der Dichtesignale P_x genauer durch den Mittelwert M_r in Rückwärtsrichtung dargestellt.

20 An den Punkten p_1 und p_2 ist die Differenz zwischen den beiden Mittelwerten sehr viel größer als an den Umgebungs punkten. Unter Berücksichtigung dieser Tatsache wird die Differenz zwischen dem Mittelwert M_f in Vorwärtsrichtung und dem Mittelwert M_r in Rückwärtsrichtung auf Bildelement-Basis berechnet. Dabei wird auch eine Änderung dieser
25 Differenz berücksichtigt: Wenn ein Abschnitt festgestellt wird, in dem nacheinander Differenzen erscheinen, deren Absolutwerte größer sind als vorgegebene Absolutwerte, so wird die Differenz mit dem größten Absolutwert so wie daß Bildelement festgestellt, daß dieser bestimmten Dif ferenz zugeordnet ist. Für den Abschnitt zwischen diesem
30 bestimmten Bildelement und einem Bildelement, daß sich im Abstand A in einer zur Abtastrichtung entgegengesetzten Richtung von diesem Bildelement befindet, wird der Mittelwert M_f in Vorwärtsrichtung eingesetzt. Für den Abschnitt zwischen diesem bestimmten Bildelement und einem Bildele-

35

- 47 -

• 57.

1 ment und einem Bildelement, daß sich im Abstand B in Ab-
tastrichtung von diesem bestimmten Bildelement befindet,
wird der Mittelwert Mr in umgekehrter Richtung ausgewählt.
5 Durch diesen Aufbau werden beim Anstieg und beim Abfall
der Signale Px in der Nähe der markierten Bildelemente
Mittelwerte erhalten, die die Mittelwerte der Dichtesigna-
le Px genauer darstellen.

10 Die oben erwähnten Abstände A und B sind jeweils einer
Operationsverzögerungszeit des Rechners 508 für den Mittel-
wert der Rückwärtsrichtung und des Rechners 506 für den
Mittelwert in Vorwärtsrichtung zugeordnet.

15 Die Auswahl dieser Mittelwerte erfolgt durch den Differenz-
rechner 512 und die Mittelwert-Auswahleinrichtung 514.
Der Differenzrechner 512 erzeugt die Differenz Sm zwischen
dem Mittelwert Mf in Vorwärtsrichtung und dem Mittelwert
Mr in Rückwärtsrichtung auf Bildelement-Basis, so daß
20 das entsprechende Signal der Mittelwert-Auswahleinrichtung
514 zugeführt wird. Die Mittelwert-Auswahleinrichtung
514 vergleicht die Differenz Sm für jedes Bildelement
mit den entsprechenden Werten für die anderen Bildlemente
im Bereich (A + B) von diesem Bildelement, wodurch ein
bestimmtes Bildelement festgestellt wird, dessen Differenz
25 Sm den größten Wert hat. Anschließend wählt, wie oben
beschrieben wurde, die Auswahleinrichtung 514 den Mittel-
wert Mf in Vorwärtsrichtung und den Mittelwert Mr in Rück-
wärtsrichtung vor bzw. nach dem bestimmten Bildelement
aus und führt den entsprechenden Wert einem Rechner 520
30 für die Änderung des Schwellenwertes zu. Der Rechner 520
berechnet in ähnlicher Weise wie der Rechner 516 einen
veränderten Schwellenwert THv auf Bildelement-Basis und
führt dieses Signal der Schaltungsanordnung 518 zur Modi-
fizierung des Schwellenwertes zu.

35

- 48 -

. 58.

1 Die Schaltungsanordnung 518 zur Modifizierung des Schwellenwertes entwickelt variierte Schwellenwerte THv für die Bildelemente, für die Werte THv erzeugt werden, so wie modifizierte Schwellenwerte THm, bestehend aus den Schwellenwerten TH (siehe Fig. 20B) für die anderen Bildelemente. Die Schwellenwerte THv und TH werden gemeinsam einer Digitalisierungseinrichtung 522 zugeführt. Die Digitalisierungseinrichtung 522 entwickelt ein digitales
5 Signal SB durch Vergleich des Dichtesignals Px und des modifizierten Schwellenwertes THm auf Bildelement-Basis und führt dieses Signal der folgenden Stufe (nicht dargestellt) zu.

10 15 Bei der obigen Ausführungsform werden der Mittelwert Mf in Vorwärtsrichtung und der Mittelwert Mr in Rückwärtsrichtung weitergemittelt, um einen Mittelwert Mm zu liefern, der als Basis für die weitere Berechnung des Schwellenwertes TH dient. In den Bereichen außerhalb der Bereiche, in denen das Dichtesignal Px signifikante Änderungen erfährt, ist jedoch die Differenz zwischen dem Mittelwert Mf in Vorwärtsrichtung und dem Mittelwert Mr in Rückwärtsrichtung nicht so groß; es ist deshalb in diesen Fällen zulässig, einen beliebigen dieser beiden Mittelwerte für
20 25 die Berechnung des Schwellenwertes TH zu verwenden. Für kontinuierliche Abtastzeilen ist es unüblich, daß das Dichtesignal wesentliche Änderungen erfährt. Es ist deshalb ebenfalls zulässig, den Mittelwert in Vorwärtsrichtung den Mittelwert in Rückwärtsrichtung abwechselnd für
30 35 jede zweite Abtastzeile zu berechnen. Außerdem kann der Mittelwert der Dichtesignale der Bildelemente nicht nur in Abtastrichtung oder in der entgegengesetzten Richtung, sondern auch in einer dritten Richtung berechnet werden, so daß der Schwellenwert auch einen solchen Mittelwert berücksichtigt.

- 59 .

¹ Die verschiedenen Schaltungskomponenten bei der obigen Ausführungsform können durch einen Mikrokomputer realisiert werden.

⁵ Da das System nach dieser speziellen Ausführungsform einen exakten Mittelwert für die Dichtesignale erzeugen kann, und zwar durch Umschalten zwischen einem Mittelwert in Vorwärtsrichtung und einem Mittelwert in Rückwärtsrichtung für jeden Bereich, in dem sich das Dichtesignal scharf ändert,

¹⁰ kann der Schwellenwert den entsprechenden Änderungen des Dichtesignals sehr gut folgen, so daß sogar die Bereiche optimal digitalisiert werden können, in denen eine wesentliche Änderung der Dichte auftritt.

¹⁵ VI) Sechste Ausführungsform

Im folgenden soll unter Bezugnahme auf Fig. 21 eine sechste Ausführungsform eines Systems 600 zur Digitalisierung von Bildsignalen nach der vorliegenden Erfindung beschrieben werden. Das System 600 enthält einen Mittelwertrechner 604,

²⁰ dem Dichtesignale (Bildsignale) P_x von einer Abtasteinrichtung 602 zugeführt werden. Der Rechner 604 berechnet den Mittelwert M_a der Dichten, die ein markiertes Bildelement umgeben, entsprechend der folgenden Gleichung:

$$M_a = (1 - m) S_o + m M_a' \quad \text{Gl. (19)}$$

Dabei bedeuten:

³⁰ S_o = die Dichte eines markierten Bildelementes,
 m = einen Gewichtskoeffizient,
 M_a' = den Mittelwert, der erzeugt wird, wenn das unmittelbar vorhergehende Bildelement ein markiertes Bildelement war.

³⁵ Im folgenden soll im Detail beschrieben werden, wie die

- 50 -

• 60 •

1 Gleichtung (19) abgeleitet wird. Im allgemeinen haben
 die Dichte eines markierten Bildelementes und die Dichte
 der Bezugs-Bildelemente, die sich nahe bei dem markierten
 5 Bildelement befinden, eine bestimmte Korrelation; ein
 Bezugs-Bildelement, das sich näher bei dem markierten
 Bildelement befindet, steht in einer engeren Beziehung
 mit dem markierten Bildelement als die anderen Bildelemen-
 te, die beide davon entfernt sind, d.h., ihre Dichte-Korre-
 10 lation ist sehr eng. Deshalb kann die DichteVerteilung
 einer Abbildung in der Nähe des markierten Bildelementes,
 d.h., die Untergrunddichte, sehr gut durch einen gewichte-
 ten Mittelwert dargestellt werden, der auf folgende Weise
 berechnet wird: Den einzelnen Bezugs-Bildelementen werden
 15 entsprechend ihrem Abstand von dem markierten Bildelement
 Gewichts-Koeffizienten zugeordnet, die exponentiell mit
 einer Erhöhung des Abstandes von dem markierten Bildele-
 ment abnehmen. Daraus ergibt sich wiederum, daß ein Schwei-
 lenwert, der die Untergrunddichte wiederspiegelt, erhalten
 20 werden kann, indem eine bestimmte Berechnung (beispielswei-
 se eine Umwandlung durch eine lineare Funktion) an dem
 gewichteten Mittelwert ausgeführt wird.

Nimmt an, daß ein markiertes Bildelement die Dichte S_0
 25 und ein Bezugs-Bildelement, das sich im Abstand ($i \times r$)
 (wobei i eine ganze Zahl und r die Breite eines Bildelemen-
 tes sind) von dem markierten Bildelement befindet, eine
 Dichte S_i und einen Gewichtskoeffizienten m^i ($0 < m < 1$)
 haben, so läßt sich der gewichtete Mittelwert M_a der Be-
 30 zugs-Bildelemente einschließlich des markierten Bildelemen-
 tes durch die folgende Gleichung (20) ausdrücken:

$$M_a = \frac{S_0 + m S_1 + m^2 S_2 + \dots + m^n S_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (20)}$$

- 51 -

• 61 •

1 Durch Modifizierung der Gleichung (20) ergibt sich die folgende Gleichung (21):

$$5 \quad Ma = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} S_0 + m Ma' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (21)}$$

Da $M^n \approx 0$ ist, lässt sich die Gleichung (21) wie folgt umschreiben:

10 $Ma = (1 - m) S_0 + m Ma'$

Diese Berechnung führt zur Gleichung (19).

15 Aufgrund der besonderen mathematischen Struktur der Gleichung (19) lässt sich der Mittelwertrechner 604, der zur Berechnung des Mittelwertes Ma verwendet wird, durch einen sehr einfachen Schaltungsaufbau realisieren. Eine bestimmte Verzögerung kann jedoch nicht vermieden werden, weil die Dichtebedingung jedes Bildelementes nicht direkt erscheint. Nimmt man bspw. an, daß das Dichtesignal P_x entsprechend der Darstellung in Fig. 22A erzeugt wird, so bildet der Mittelwertrechner 604 die Mittelwerte Ma, wie in dieser Figur durch die strichpunktierte Linie angedeutet ist. In diesem Beispiel ist der Einfluß der Verzögerung des Mittelwertes Ma besonders stark in einem Bereich A, in dem das Signal P_x ansteigt. Berechnet man den Schwellenwert unter Verwendung eines solchen Mittelwertes Ma, so könnte dies dazu führen, daß der gesamte Bereich als vollständig schwach identifiziert wird.

30

Bei dieser Ausführungsform werden eine Einrichtung 606 zur Verschiebung des Bildsignals und eine Einrichtung 608 zur Verschiebung des Mittelwertes verwendet, um das Dichtesignal P_x bzw. das Mittelwertsignal Ma jeweils in 35 Abtastrichtung um eine Zahl von Bildelementen zu verschie-

- 82 -

• 62.

1 ben, die der Breite des spezifischen Bereiches A zugeordnet sind, wodurch ein abweichendes Dichtesignal P_{xd} und ein abweichender Mittelwert M_{ad} gebildet werden. Dann
 5 wählt eine Mittelwert-Auswahleinrichtung 610 auf Bildelement-Basis den größeren Wert der beiden Werte M_a und M_{ad} aus, um modifizierte Mittelwerte M_s zu erzeugen, wie in Fig. 22C dargestellt ist. Die modifizierten Mittelwerte M_s werden nacheinander einem Schwellenwertrechner 612
 10 zugeführt. Der Schwellenwertrechner 612 erzeugt dann, basierend auf dem modifizierten Mittelwert M_s , einen Mittelwert nach der folgenden Gleichung (22):

$$TH = k_1 \cdot M_a + k_2$$

Gl. (22)

15

Dabei sind k_1 und k_2 Konstanten.

20 Dieser Mittelwert wird einer Digitalisierungseinrichtung 614 zugeführt, so daß das abweichende Dichtesignal P_{xd} in Bezug auf den Schwellenwert TH digitalisiert wird. Das sich ergebende digitale Signal S_B wird der folgenden Stufe (nicht dargestellt) zugeführt. Ein Ergebnis hier-
 von ist das digitale Signal S_B frei von den unerwünschten Einflüssen, die dem bestimmten Bereich A zugeordnet sind.
 25

Obwohl bei der beschriebenen Ausführungsform sowohl der Mittelwert M_a als auch das Dichtesignal in Abtastrichtung der Abtasteinrichtung 602 verschoben und dann modifizierte Mittelwerte M_s basierend auf den Mittelwerten M_a und den abweichenden Mittelwerten M_{ad} erzeugt und schließlich Schwellenwerte TH basierend auf den modifizierten Mittelwerten M_s berechnet werden, ist dieser Ablauf nicht zwangsläufig erforderlich, sondern stellt nur eine bevorzugte Ausführungsform dar. Es ist bspw. möglich, nur die Mittelwerte M_a in Abtastrichtung zu verschieben, um so kompensierte Mittelwerte herzustellen. Weiterhin kann ein Schwell-

- 53 -

1 · 63 ·

lenwert dadurch berechnet werden, daß zunächst der Mittelwert Ma verwendet und dann der Schwellenwert in Abtastrichtung verschoben werden, um einen modifizierten Schwellenwert zu erhalten.

In Fig. 23 ist ein alternativer Aufbau des Digitalisierungssystems nach dieser Ausführungsform dargestellt. Dieses, allgemein durch das Bezugszeichen 600a angedeutete 10 alternative System ist so aufgebaut, daß der Mittelwert Ma, der von dem Mittelwertrechner 604 ausgegeben wird, direkt dem Schwellenwertrechner 612 zugeführt wird. Der Schwellenwertrechner 612 berechnet, basierend auf Gleichung (22), einen Schwellenwert TH_1 und führt diesen Schwellenwert einer Einrichtung 616 zur Verschiebung des Schwellenwertes sowie einer Schaltungsanordnung 618 zur Modifizierung des Schwellenwertes zu. Die Einrichtung 616 zur 15 Verschiebung des Schwellenwertes verschiebt die Schwellenwerte TH_1 in einer Richtung, die entgegengesetzt zur Abtastrichtung ist, und zwar um eine vorgegebene Zahl von Bildelementen, um abweichende Schwellenwerte THd zu erzeugen, wie in Fig. 24B angedeutet ist; diese abweichenden 20 Schwellenwerte THd werden dann der Schaltungsanordnung 618 zugeführt.

25 Die Schaltungsanordnung 618 vergleicht den Schwellenwert TH_1 und den abweichenden Schwellenwert THd Bildelement-für-Bildelement, wählt den größeren der vorliegenden Werte aus und führt diesen größeren Wert der Digitalisierungseinrichtung 614 als modifizierten Schwellenwert THm (siehe Fig. 24C) zu. Als Ergebnis hiervon wird verhindert, 30 daß die ansteigenden Kantenbereiche des Dichtesignals Px irrtümlich als vollständig schwarze Bildelemente identifiziert werden.

35 Auch die beiden Systeme 600 und 600a, die oben beschrieben

¹ wurden, können durch einen Mikrokomputer realisiert werden.

Wie oben erwähnt wurde, lassen sich mit dieser Ausführungsform sogar die Bereiche der Abbildung optimal digitalisieren, in denen die Dichte scharf zunimmt; zu diesem Zweck wird ein Schwellenwert unter Verwendung eines Mittelwertes für die Dichten berechnet, die jedes Bildelement umgeben; der Schwellenwert wird in einer in die entgegengesetzte Abtastrichtung verlaufende Richtung verschoben, so daß der ¹⁰ Schwellenwert durch den verschobenen Schwellenwert modifiziert wird.

VII) Siebte Ausführungsform

Im folgenden soll zunächst das Grundprinzip einer siebten ¹⁵ Ausführungsform eines Systems nach der vorliegenden Erfindung beschrieben werden. Im allgemeinen sind die Dichte eines markierten Bildelementes und die Dichten von Bezugs-Bildelementen, die sich nahe bei dem markierten Bildelement befinden, korreliert; ein Bezugs-Bildelement, daß näher bei ²⁰ dem markierten Bildelement liegt, hat eine engere Beziehung zu dem markierten Bildelement als die anderen, weiter entfernten Bildelemente, d.h., ihre Dichte-Korrelation ist sehr eng. Stellt man sich also einen sehr schmalen, planaren bzw. ebenen Bereich einer Abbildung vor, so kann ²⁵ man sagen, daß die Bildelemente in diesem begrenzten Bereich eine starke Dichte-Korrelation haben. Dann läßt sich jedoch die Dichteverteilung in diesem bestimmten Bereich, d.h., die Untergrunddichte, mittels eines gewichteten Mittelwertes darstellen, der auf folgende Weise ³⁰ erhalten wird; jedem Bezugs-Bildelement wird in einem vorgegebenen, begrenzten Bereich in passender Beziehung zum Abstand dieses Bezugs-Bildelementes vom markierten Bildelement ein Gewichts-Koeffizient zugeordnet, der mit einer Erhöhung des Abstandes dieses Bezugs- Bildelementes von dem ³⁵ markierten Bildelement exponensiell

- 85 -

• 65 •

1 zunimmt; auf diese Weise läßt sich ein gewichteter Mittelwert mit den angegebenen Eigenschaften berechnen. Berechnet man nun den Schwellenwert unter Verwendung dieses
 5 gewichteten Mittelwertes, so kann ein Schwellenwert festgelegt werden, der die DichteVerteilung in diesem planaren Bereich in Bezug auf die jeweiligen Bildelemente wider-spiegelt.

10 Andererseits tritt jedoch das folgende Problem auf: Wird der gewichtete Mittelwert entsprechend dem obigen Verfahren für alle in Frage kommenden Bezugs-Bildelemente in Bezug auf ein markiertes Bildelement und anschließend ein Schwellenwert berechnet, so wären so hohe Rechengeschwindigkeiten erforderlich, daß sie in der Praxis nur mit extrem hohem Aufwand realisiert werden können. Weiterhin treten Schwierigkeiten damit auf, das System nach der vorliegenden Erfindung in seinem zeitlichen Ablauf an die angeschlossenen Einrichtungen anzupassen. Deshalb werden nach dieser speziellen Ausführungsform eines Systems
 15 nach der vorliegenden Erfindung nur diagonal ausgerichtete Bildelemente in einem begrenzten Bereich für die Berechnung der Schwellenwerte berücksichtigt, da sich dadurch die erforderliche Rechengeschwindigkeit verringern läßt.
 20 Für die übrigen Bildelemente werden die Schwellenwerte für die benachbarten, ausgewählten Bildelemente für die Digitalisierung eingesetzt.

25

Nimmt man an, daß ein markiertes Bildelement die Dichte So und das i-th Bildelement von dem markierten Bildelement die Dichte S_i und einem Gewichtskoeffizienten m^i ($0 \leq m < 1$) hat, so läßt sich der gewichtete Mittelwert Ma der Bezugs-Bildelemente einschließlich des markierten Bildelementes durch folgende Gleichung (23) ausdrücken:

$$35 \quad Ma = \frac{S_0 + m S_1 + m^2 S_2 + \dots + m^n S_n}{1 + m + m^2 + \dots + m^n} \quad \text{Gl. (23)}$$

- 56 -

• 66 •

1 Durch Modifizierung der Gleichung (23) ergibt sich:

$$5 \quad Ma = \frac{1-m}{1-m^{n+1}} S_0 + mMa' + \frac{1-m}{1-m^{n+1}} m^n S_{n+1} \quad \text{Gl. (24)}$$

Da $M^n \approx 0$ ist, kann die Gleichung (24) wie folgt umgeschrieben werden:

$$10 \quad Ma = (1 - m) S_0 + mMa' \quad \text{Gl. (25)}$$

15 Dabei ist Ma' der Mittelwert, der sich ergibt, wenn das unmittelbar vorhergehende Bildelement ein markiertes Bildelement war. Aus dem Mittelwert Ma wird der Schwellenwert TH entsprechend der folgenden Gleichung (26) gebildet:

$$20 \quad TH = k_1 \cdot Ma + k_2 \quad \text{Gl. (26)}$$

Dabei sind k_1 und k_2 Konstanten.

Fig. 25 zeigt eine weitere Variante eines allgemein durch das Bezugszeichen 700 angedeuteten Systems zur Digitalisierung von Bildsignalen nach dieser speziellen Ausführungsform der Erfindung. Wie man erkennt, werden die Dichtesignale P_x , die den jeweiligen Bildelementen zugeordnet sind, von einer Abtasteinrichtung 702 einem Zeilenspeicher 704 zugeführt, der gleichzeitig fünf Datenzeilen aufnehmen kann. Eine Auswahlseinrichtung 706 wählt nacheinander die fünf Zeilen der Dichtesignale P_x , die von dem Zeilenspeicher 704 ausgegeben werden, auf Zeilenbasis aus, wie in Fig. 26 durch die Zeilen L1-L5 angedeutet ist; diese Zeilen werden einem Mittelwertrechner 708 zugeführt. Bei 30 diesem Aufbau wird ein rechteckiger, insbesondere quadra-

- 57 -

• 67 •

1 tischer Bereich, der bei der dargestellten Variante aus
5 fünf Zeilen und fünf Spalten von Bildelementen besteht,
als der vorher erwähnte Bereich ausgewählt; Bildelemente,
5 die auf einer diagonalen Linie dieses quadratischen Be-
reiches ausgerichtet sind, werden ausgewählt.

Der Mittelwertrechner 708 führt die Gleichung (25) in
10 Abhängigkeit von den zugeführten Dichtesignalen so aus,
daß er einen gewichteten Mittelwert M_a der Dichten berech-
net, die einem bestimmten Bildelement zugeordnet sind;
15 der so gewonnene Mittelwert M_a wird an einen Schwellenwert-
rechner 710 angelegt. Die Auswahleinrichtung 706 wählt
die Bildelemente in benachbarten, quadratischen Bereichen
kontinuierlich aus, um die zugehörigen Dichtesignale P_x
15 auf den Mittelwertrechner 708 zu geben. In Abhängigkeit
von dem Mittelwert M_a führt der Schwellenwertrechner 710
die Gleichung (26) aus, um den Schwellenwert T_H für das
bestimmte Bildelement zu erzeugen; dieser Schwellenwert
wird auf einen Schwellenwertspeicher 712 gegeben.
20

Der Schwellenwertspeicher 712 bewirkt, daß die ankommenden
Schwellenwerte T_H Zeile-für-Zeile L1-L5 ausgerichtet wer-
den. Für die Bildelemente in jeder Zeile, die sich zwi-
25 schen den benachbarten, ausgewählten Bildelementen befin-
den, speichert der Speicher 712 einen berechneten Schwellen-
wert T_H unmittelbar nach den ausgewählten Bildelementen
Zeile-für-Zeile als zugehörige Schwellenwerte. Die in
dem Zeilenspeicher 704 gespeicherten Daten werden Zeile-
für-Zeile durch die Auswahleinrichtung 706 an eine Digitalisie-
30 rungseinrichtung 716 angelegt, während die in dem
Schwellenwertspeicher 712 gespeicherten Werte durch eine
Auswahleinrichtung 714 zugeführt werden. Als Ergebnis
hier von wird das Dichtesignal P_x Bildelement-für-Bildele-
ment in Bezug auf einen Schwellenwert T_H digitalisiert;
35 das sich ergebene digitale Signal wird der folgenden Stufe

- 58 -

• 68 •

1 (nicht dargestellt) zugeführt. Bei Bedarf kann der Zeilen-
speicher 704 einen Doppelpuffer für Echtzeitverarbeitung
aufweisen.

5

Bei dem oben beschriebenen System 700 wird ein quadrati-
scher Einheitsbereich aus einer Bildelement-Matrix mit
fünf Reihen und fünf Spalten verwendet; diagonal ausgerich-
tete Bildelemente in dieser quadratischen Matrix werden
10 nacheinander ausgewählt, um die Mittelwerte M_a und die
Schwellenwerte T_H zu berechnen. Dies stellt jedoch doch
keine Einschränkung dieser Ausführungsform dar. Denn wie
bspw. in Fig. 27 gezeigt ist, kann die Einheitsmatrix
auch aus zwei Reihen und vier Spalten von Bildelementen
15 bestehen, so daß Bildelemente in der Abtastlage in zwei
aufeinanderfolgenden Abtastzeilen ausgewählt werden. Diese
alternative Konstruktion halbiert die Verzögerung in Ab-
hängigkeit von dem Mittelwert M_a und dem Schwellenwert
 T_H relativ zum Dichtesignal P_x in Abtastrichtung. Außerdem
20 kann die Auswahl der Bildelemente längs unterschiedlichen
Diagonalen in aufeinanderfolgenden quadratischen Bereichen
ausgeführt werden, wie in Fig. 28 angedeutet ist.

Mit der beschriebenen siebten Ausführungsform eines Systems
25 nach der vorliegenden Erfindung können Haarlinien und
ähnliche Linien in geeigneter Weise digitalisiert werden,
die parallel zur Hauptabtastrichtung verlaufen, weil bei
diesem System ein Schwellenwert berechnet wird, der die
DichteVerteilung in einem planaren Bereich widerspiegelt.
30 Außerdem können sogar die Bildsignale in einem Bereich
digitalisiert werden, in dem sich die Dichte ändert. Und
schließlich lässt sich durch Auswahl von diagonal ausge-
richteten Bildelementen die Rechengeschwindigkeit bei
der Digitalisierung merklich erhöhen.

35

Ende der Beschreibung

• 69.
- Leerseite -

A-84044 Figs. 1 to 28

g1
Nummer: 34 33 493
Int. Cl.³: H 04 N 1/40
Anmeldetag: 12. September 1984
Offenlegungstag: 4. April 1985

FIG. 1

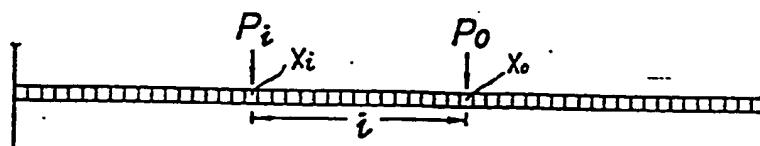


FIG. 2

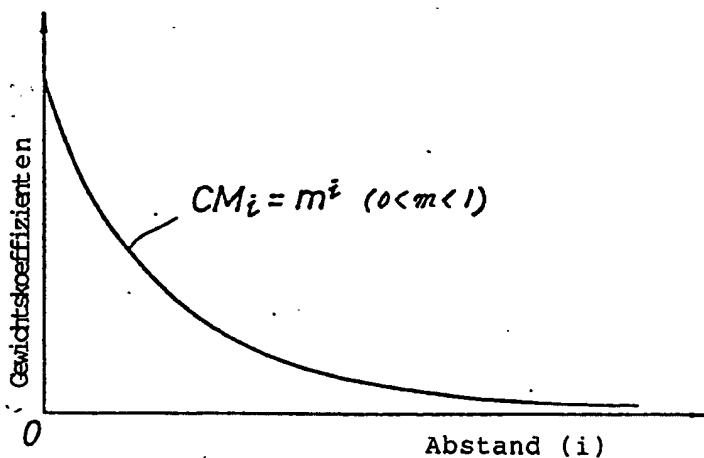
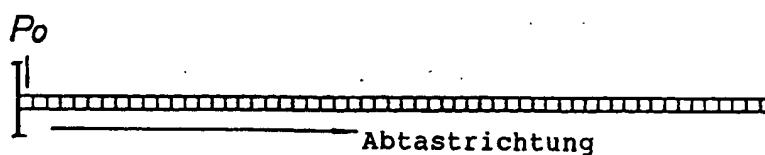


FIG. 3



3433493

70.

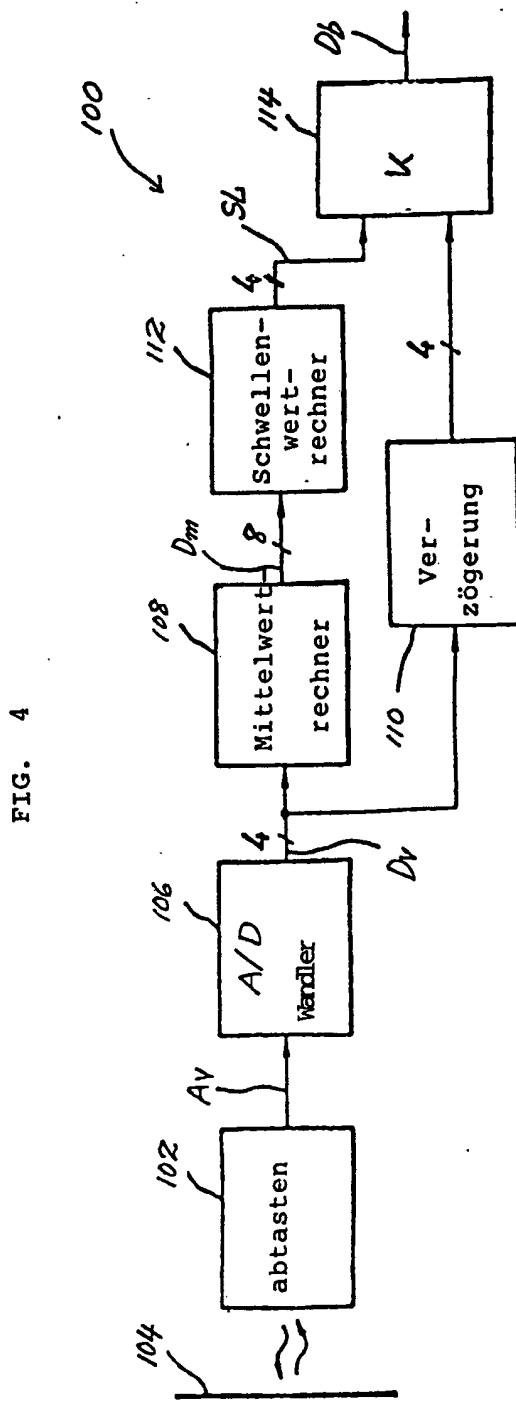
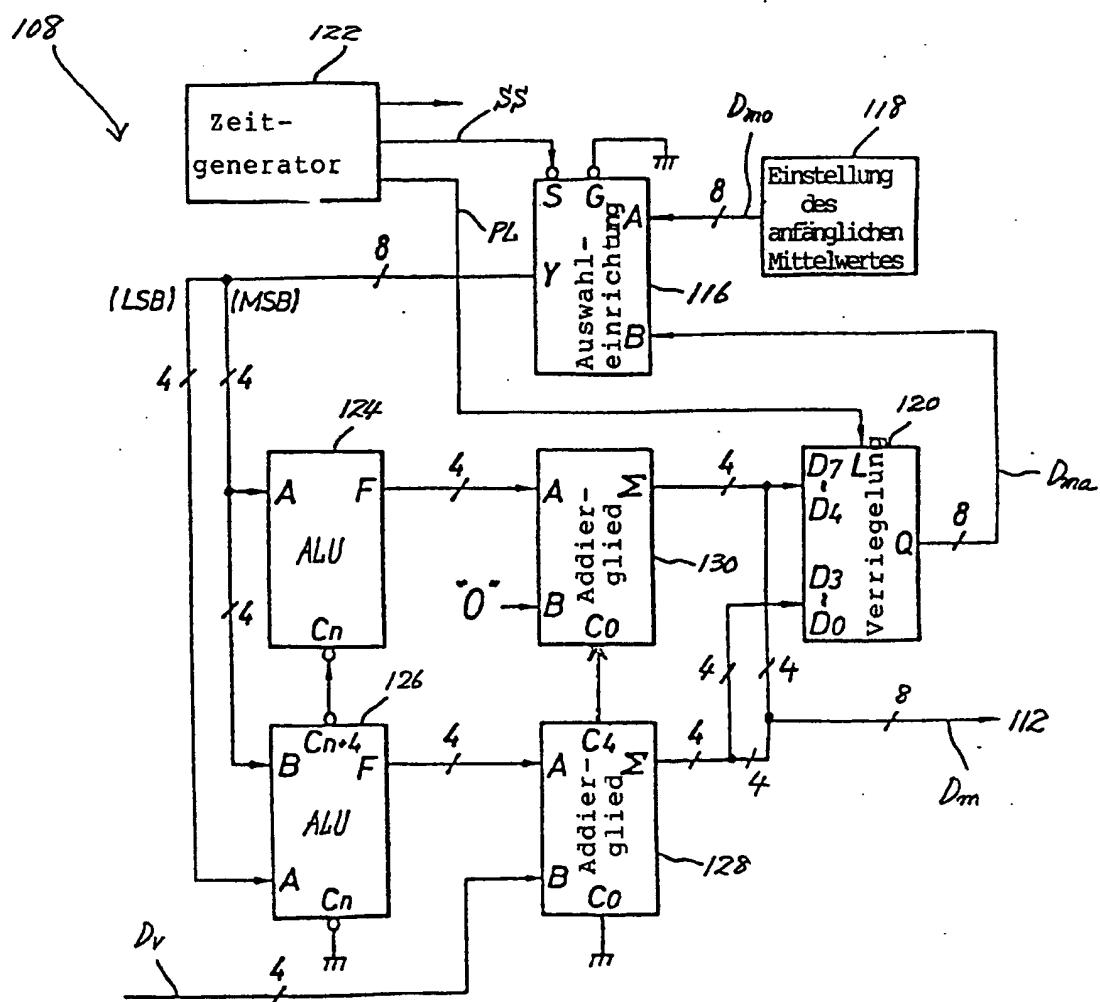
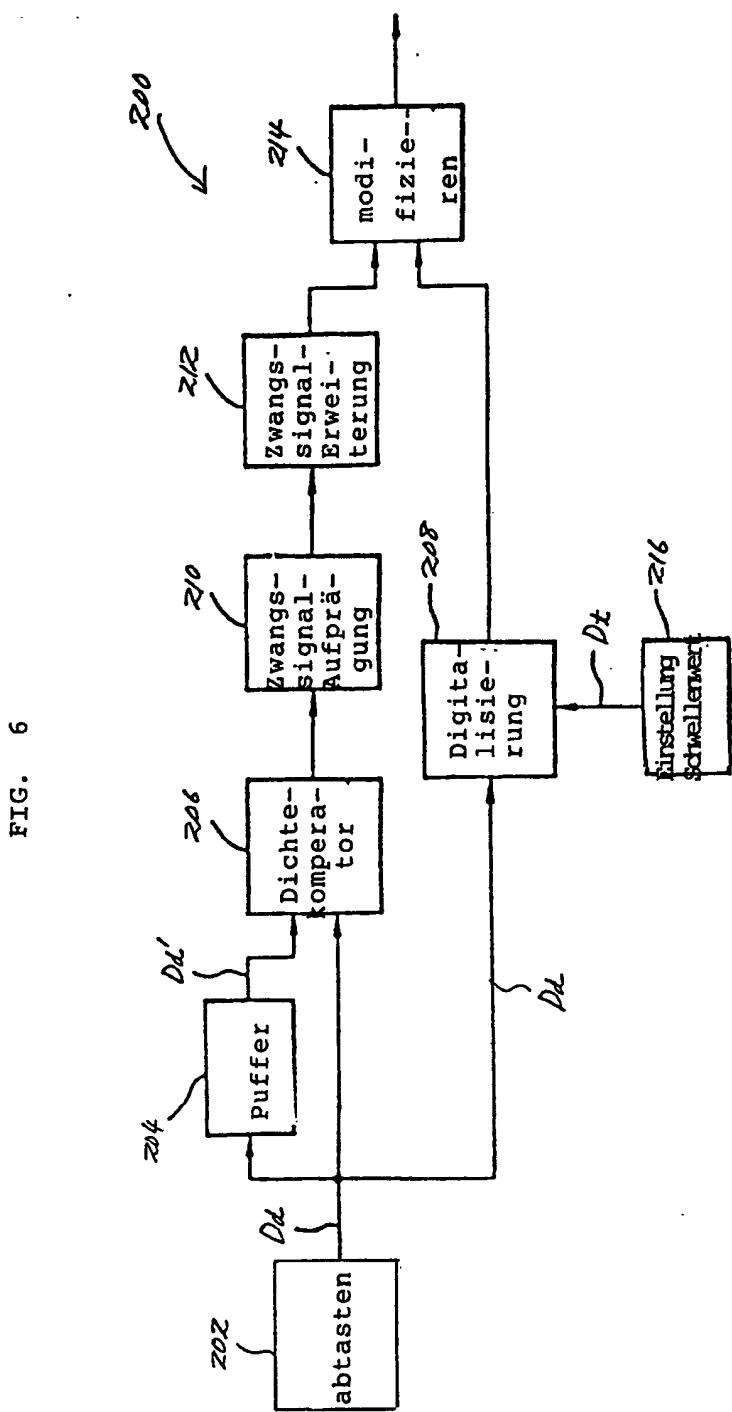


FIG. 5



3433493

72.



3433493

• 73 •

FIG. 7

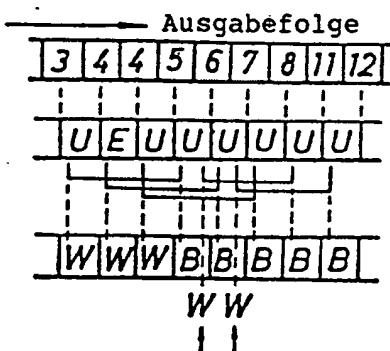
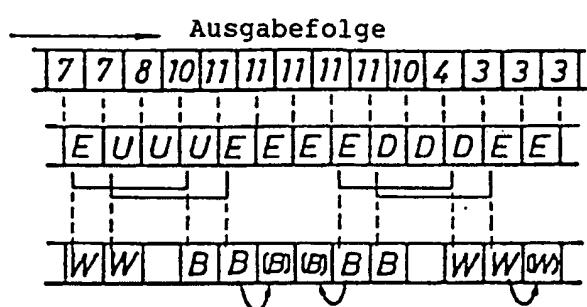


FIG. 8



3433493

74.

FIG. 9A



FIG. 9B

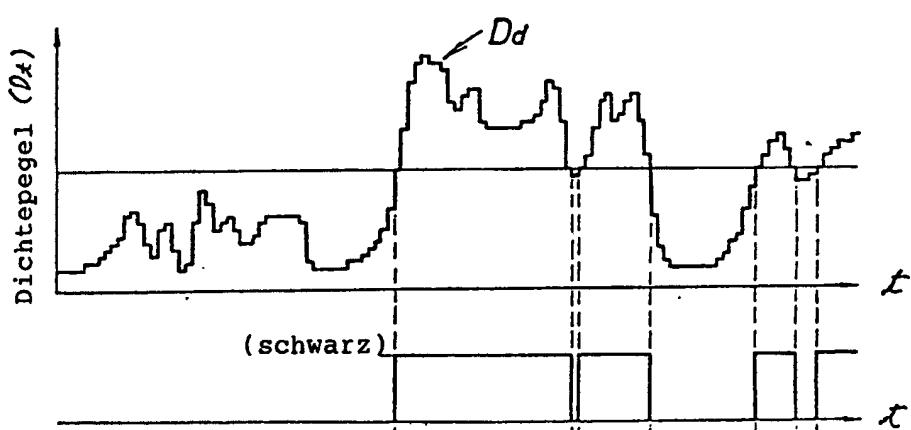


FIG. 9C

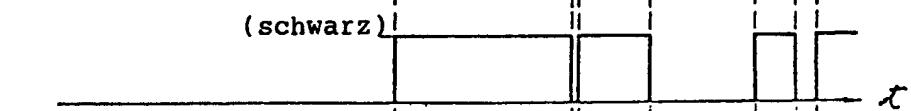


FIG. 9D

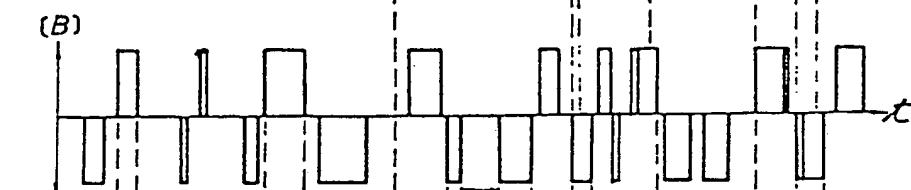
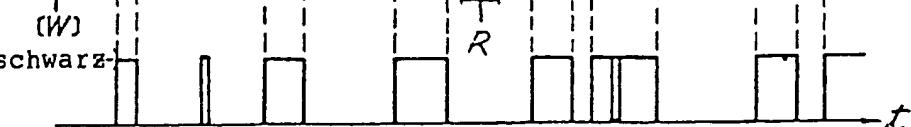


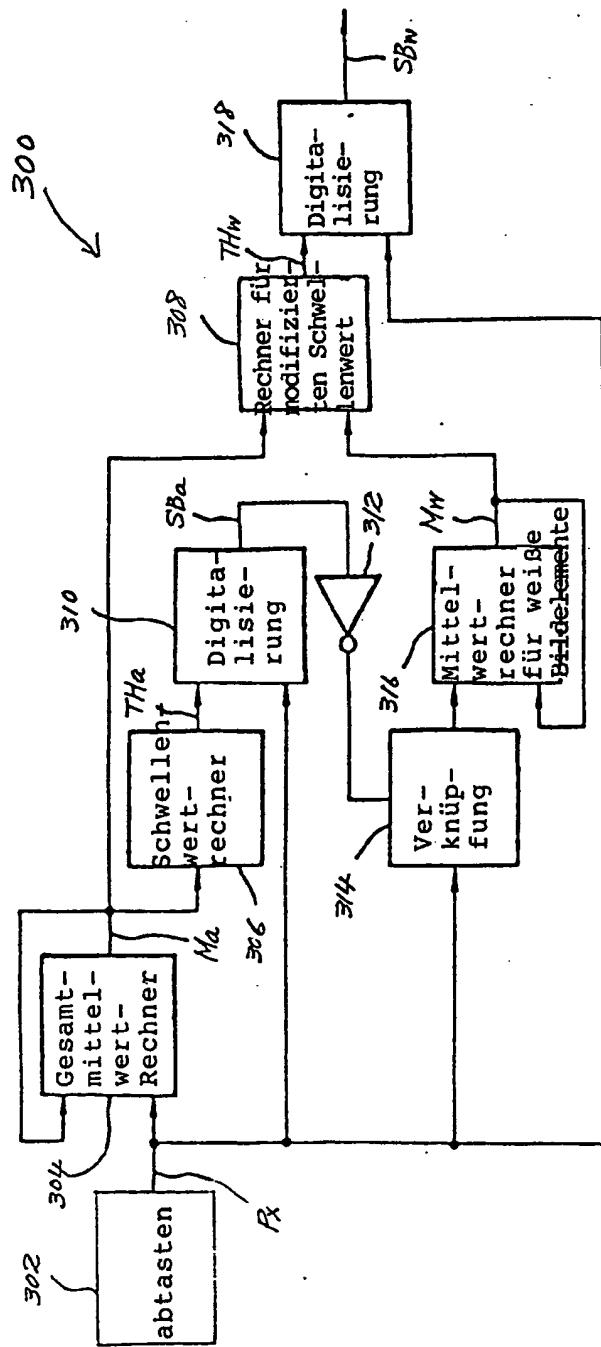
FIG. 9E



3433493

75.

FIG. 10



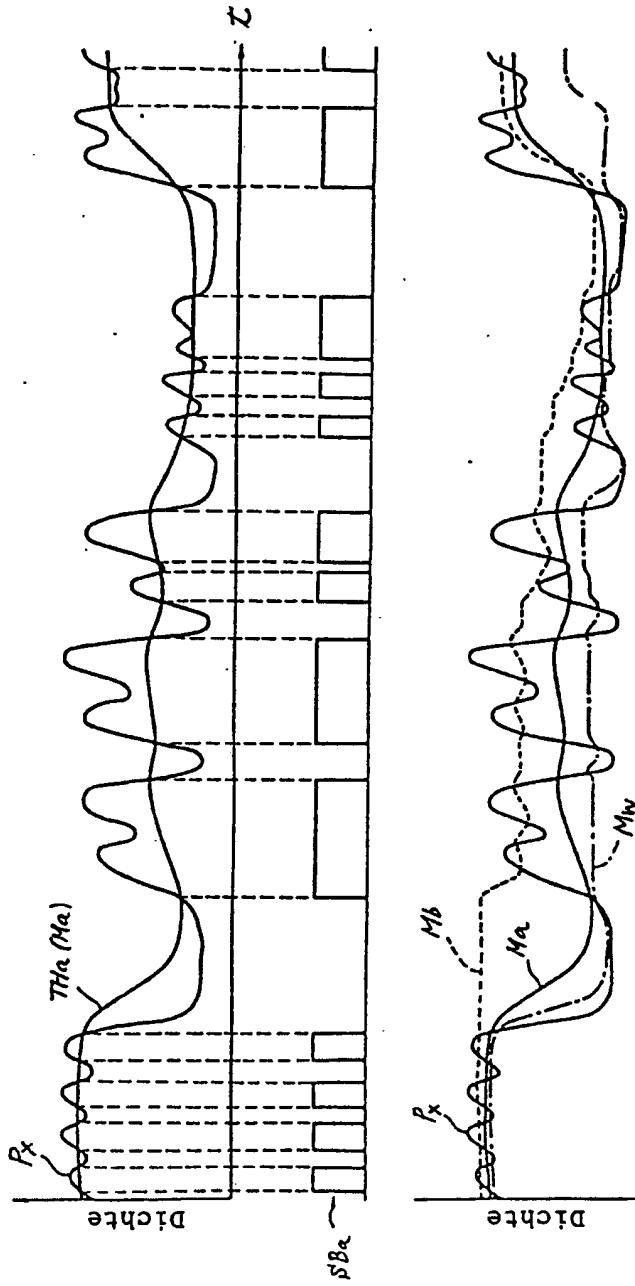


FIG. 11C

P_x

M_B

H_A

M_N

Dicthe

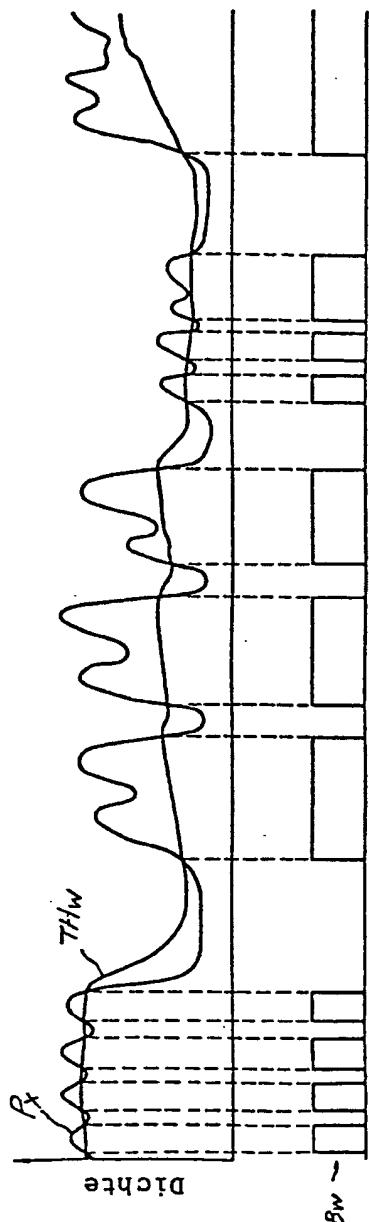
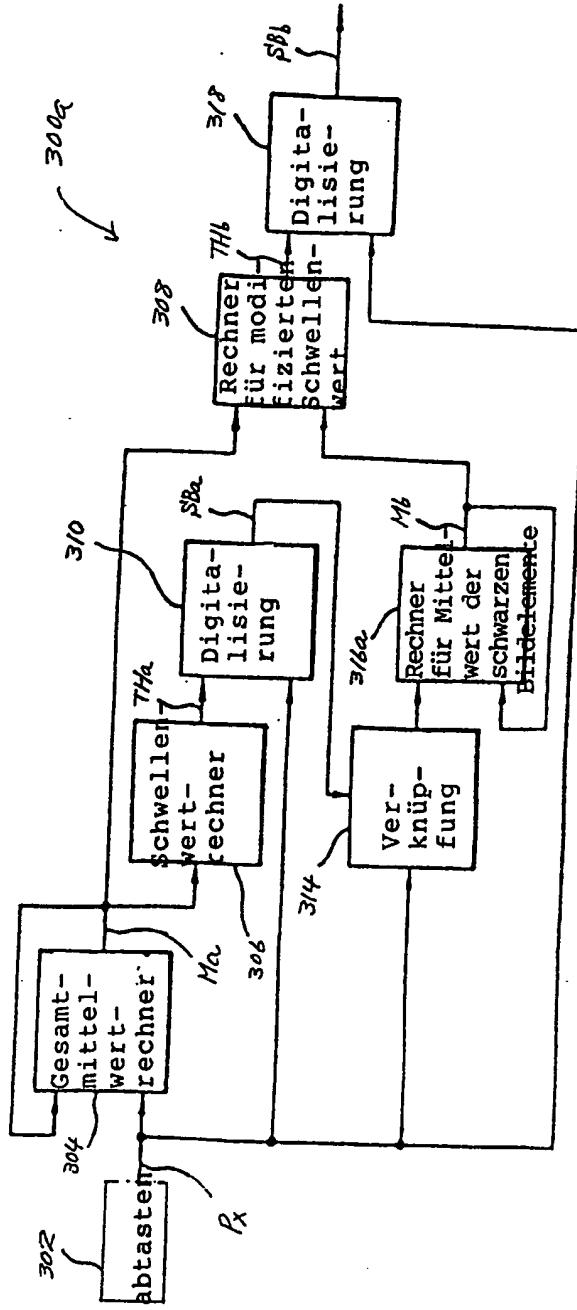


FIG. 12A

FIG. 12B

FIG. 13



79.

3433493

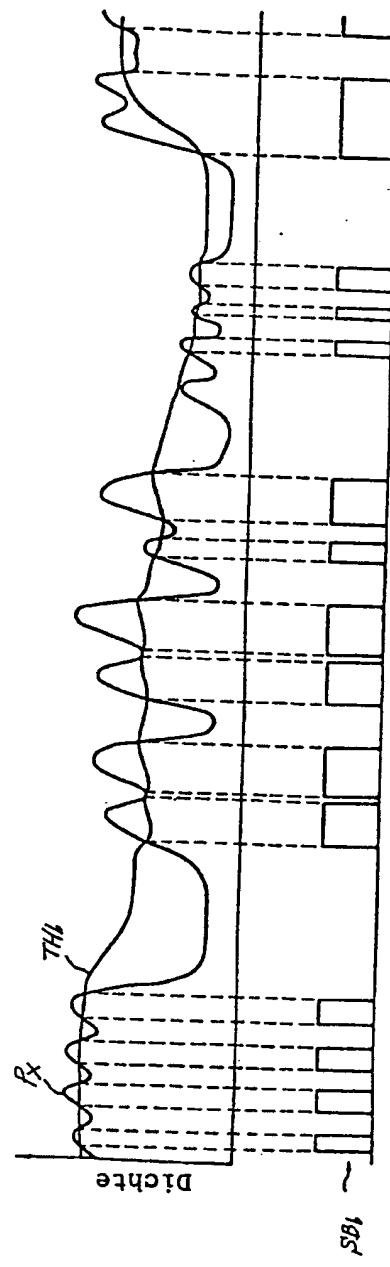
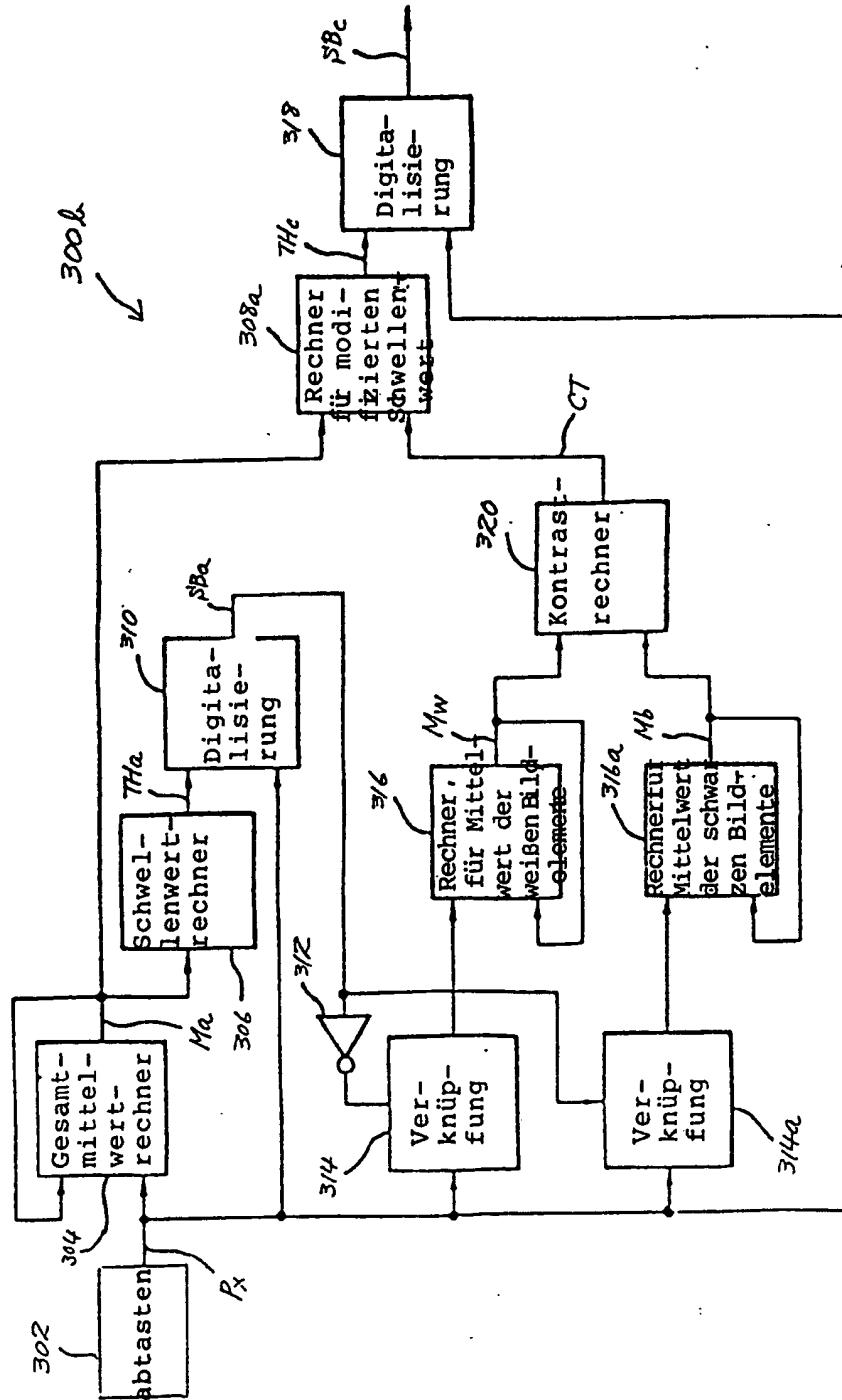


FIG. 14A

FIG. 14B

FIG. 15



3433493

- 81 -

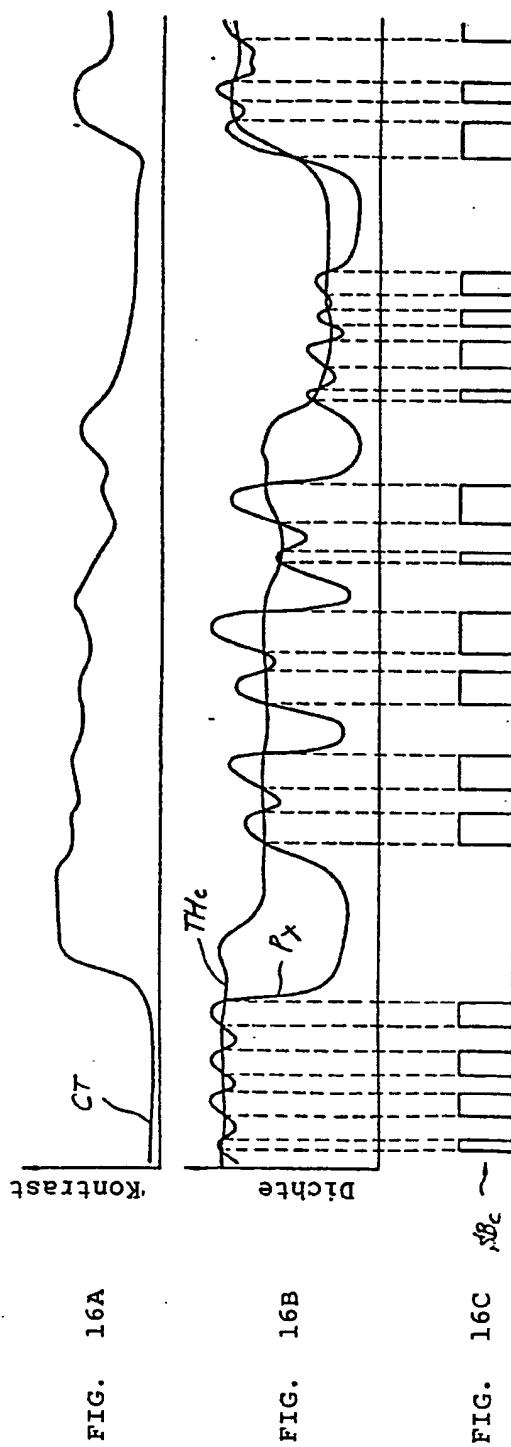


FIG. 16A

FIG. 16B

FIG. 16C

FIG. 17

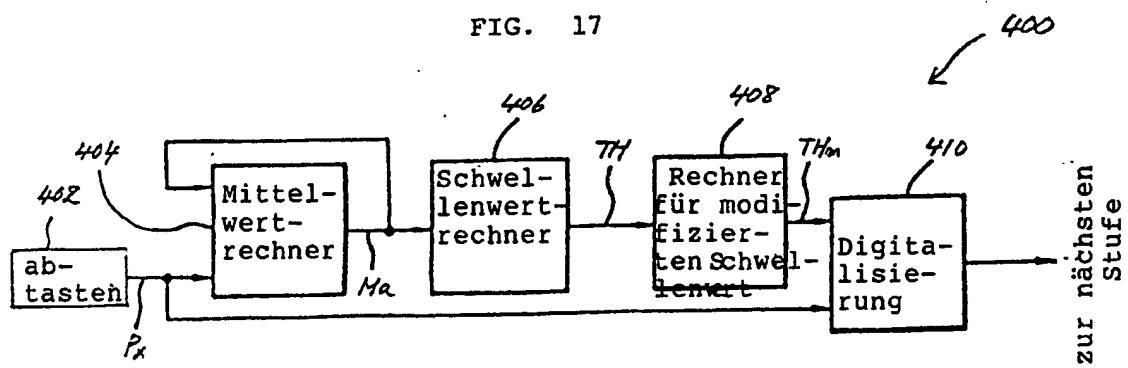


FIG. 18

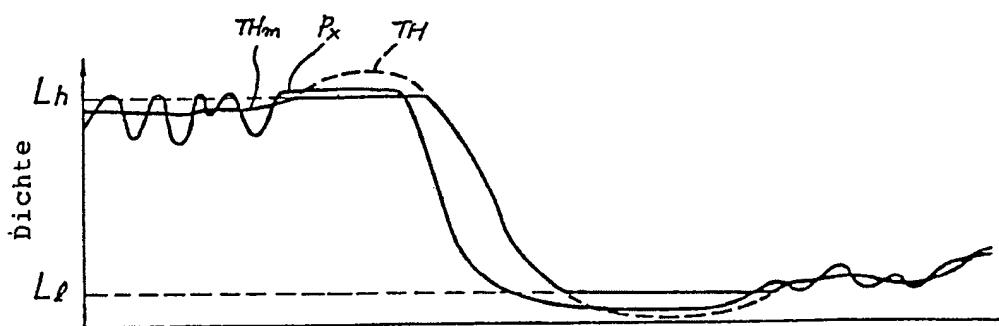
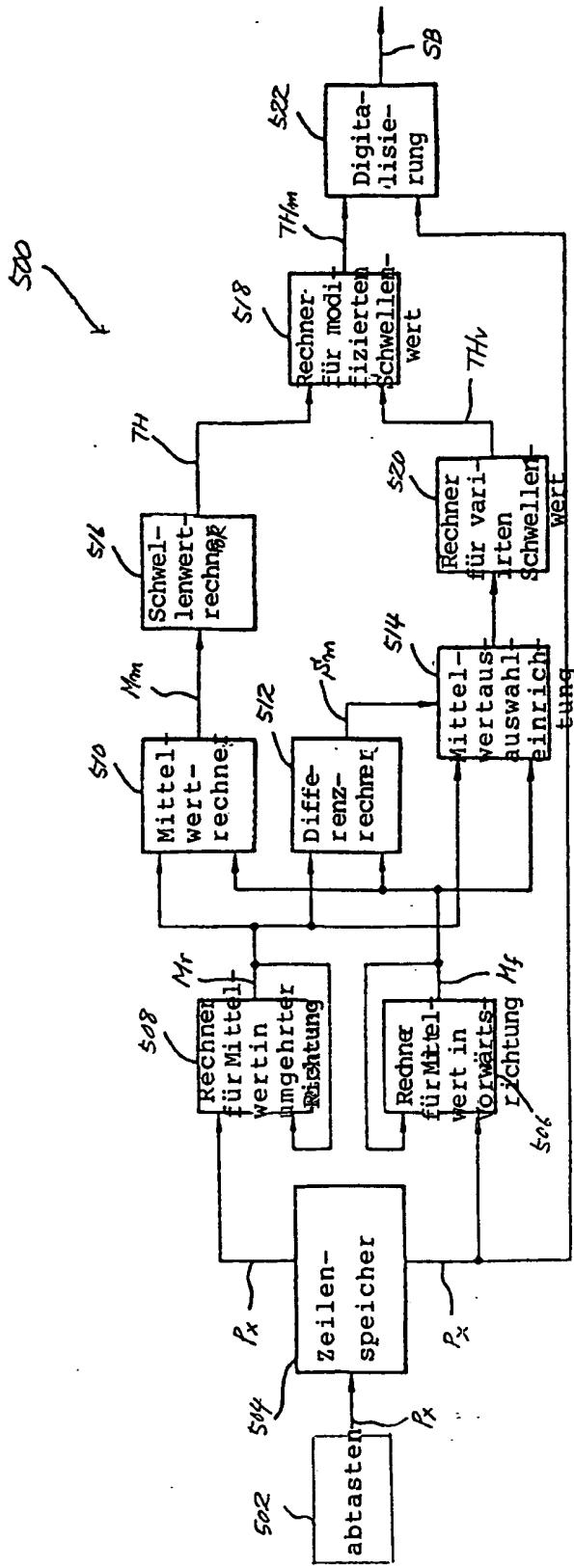


FIG. 19



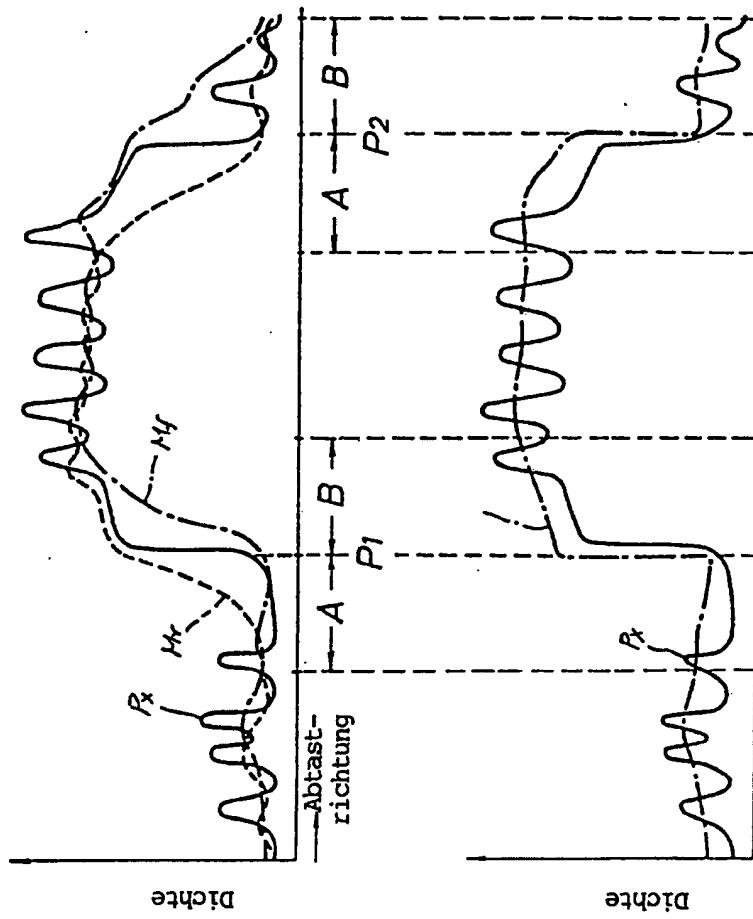


FIG. 20A

FIG. 20B

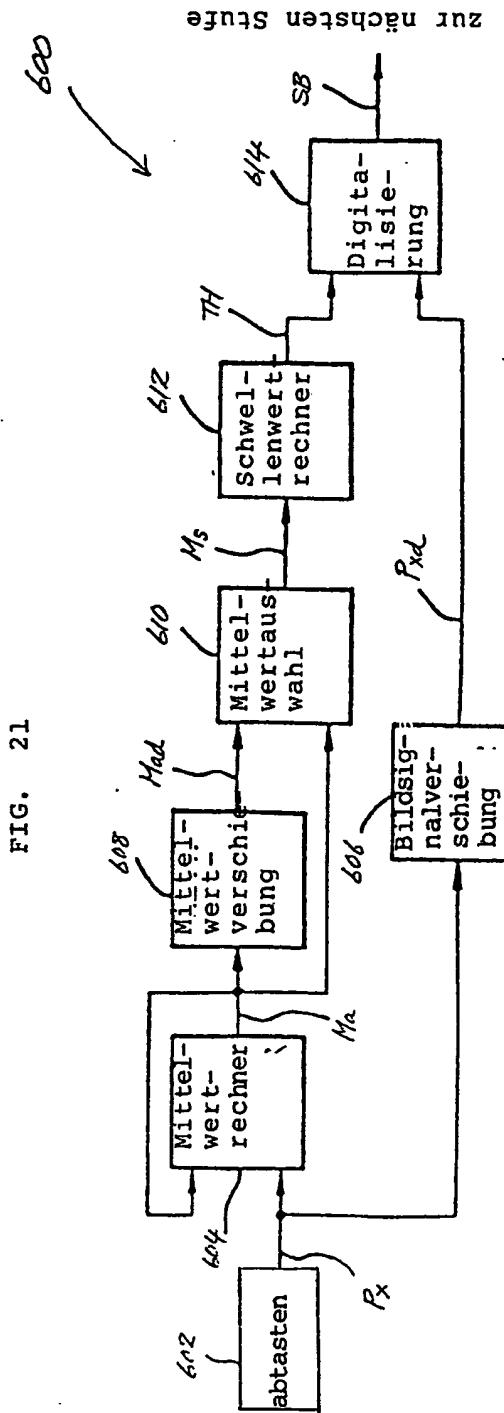


FIG. 21

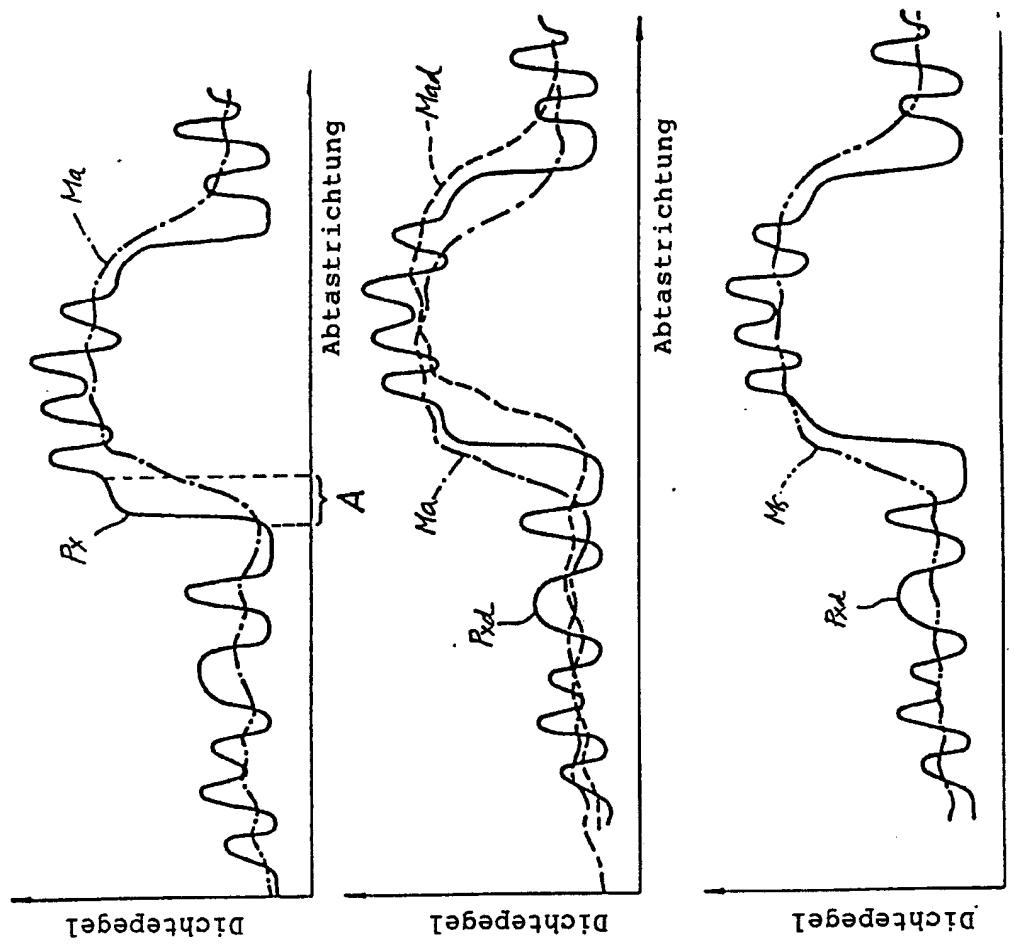


FIG. 22A

FIG. 22B

FIG. 22C

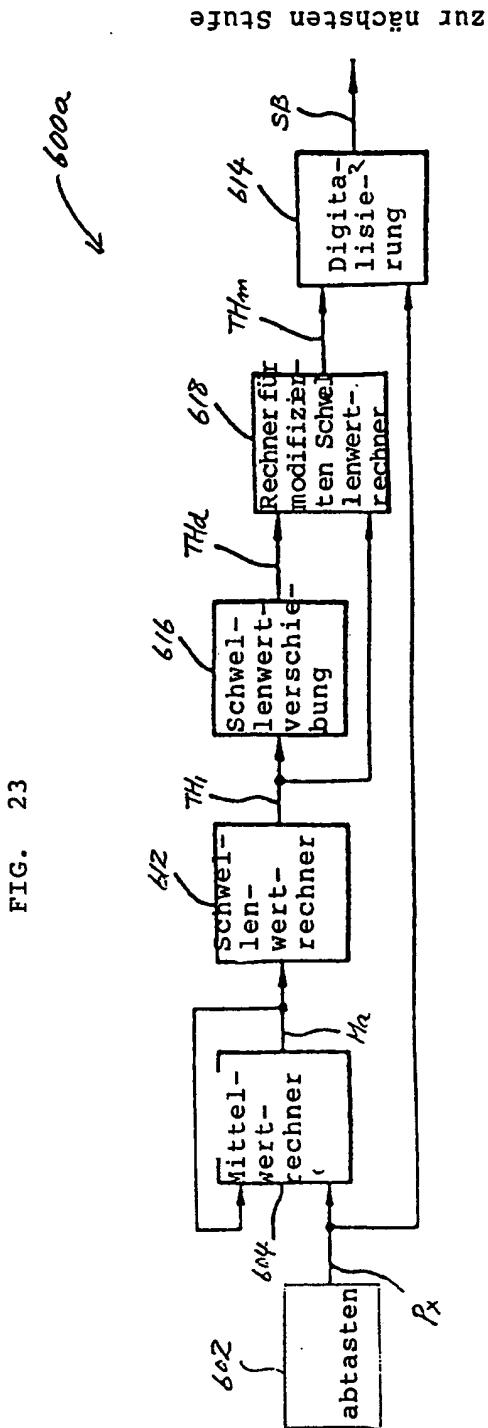


FIG. 23

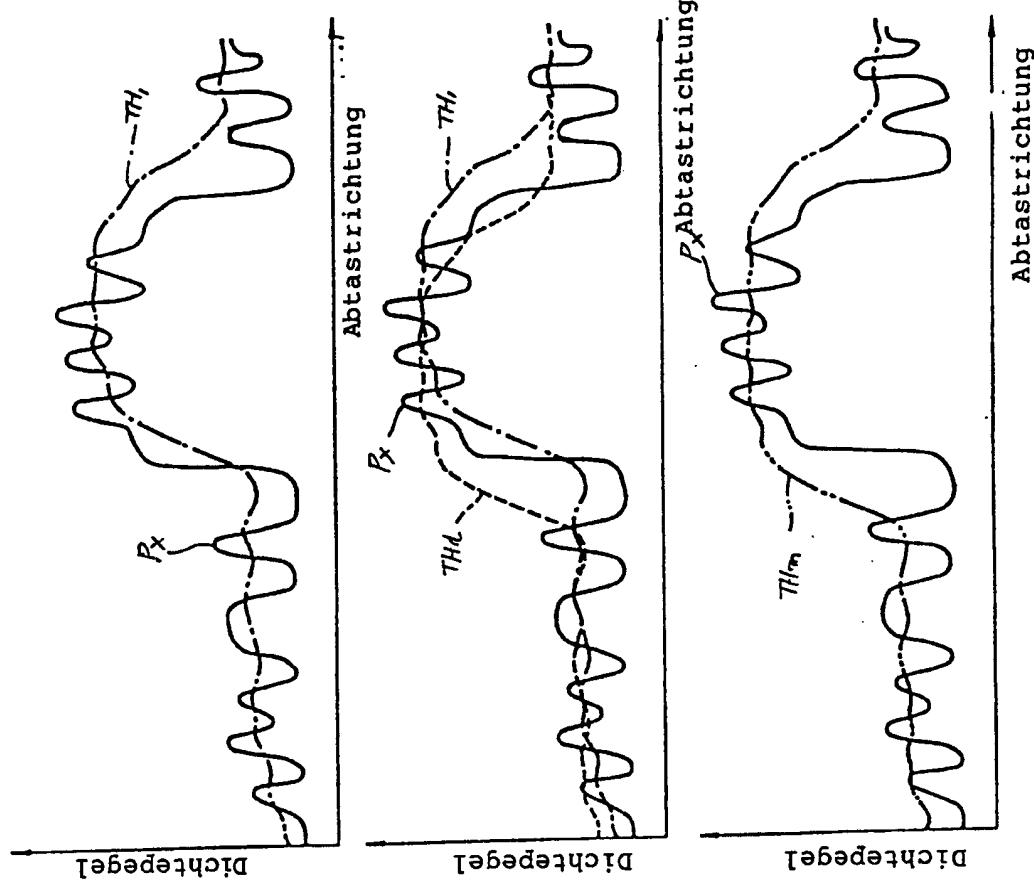
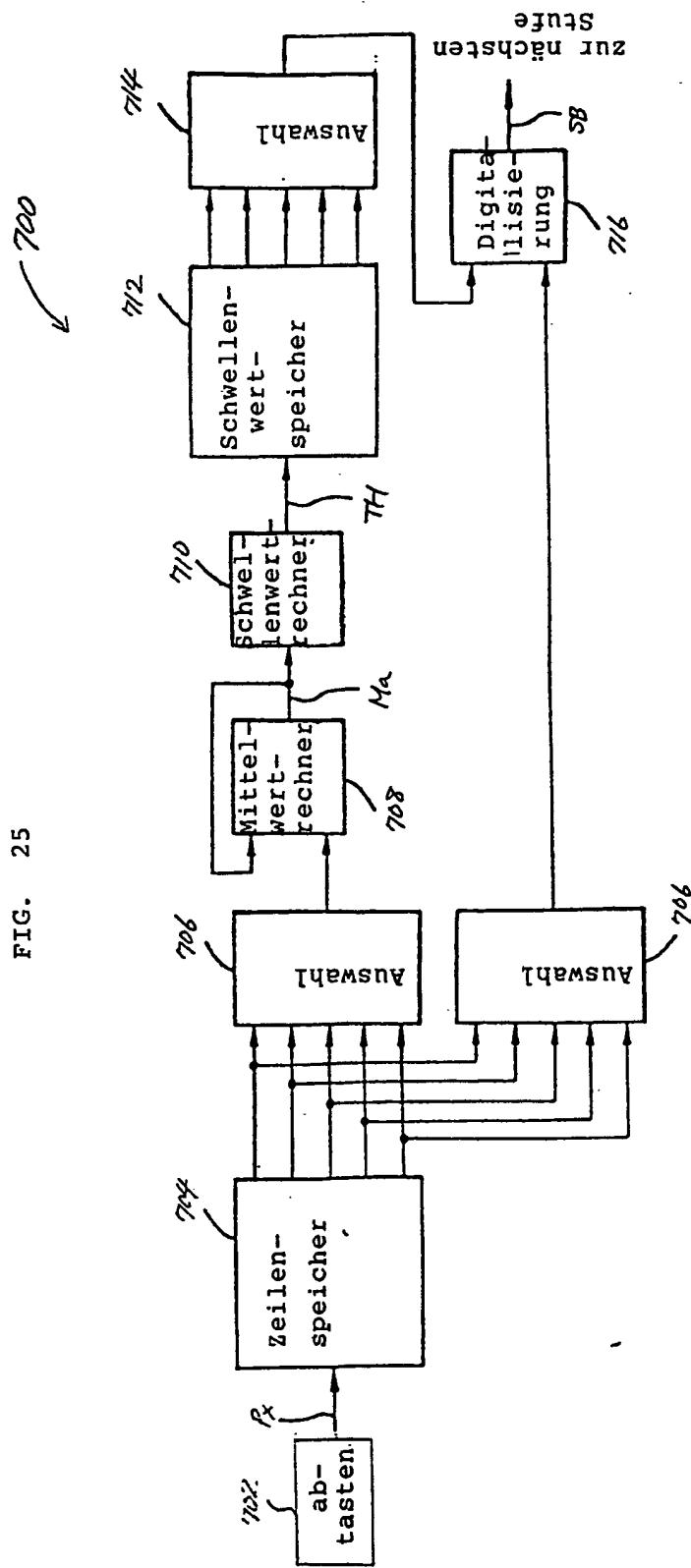


FIG. 24A

FIG. 24B

FIG. 24C



• 90 •

3433493

FIG. 26

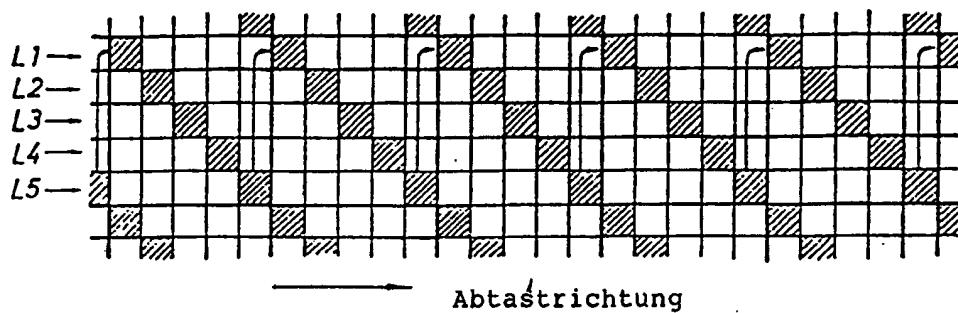


FIG. 27

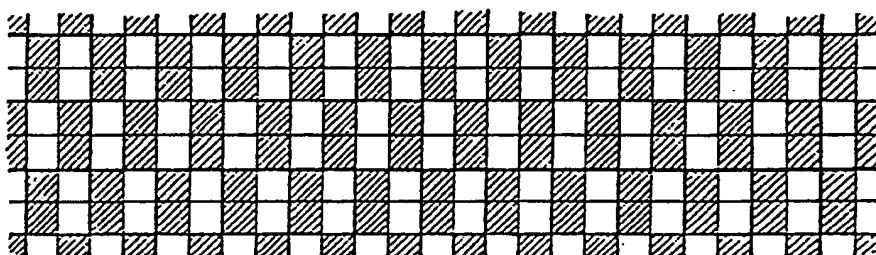
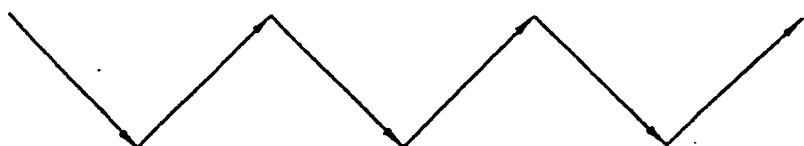


FIG. 28



System for digitising picture signals

Publication number: DE3433493

Publication date: 1985-04-04

Inventor: SHIMOTONO SUSUMU (JP)

Applicant: RICOH KK (JP)

Classification:

- **international:** H04N1/403; H04N1/403; (IPC1-7): H04N1/40; G06K9/58

- **european:** H04N1/403

Application number: DE19843433493 19840912

Priority number(s): JP19830166600 19830912; JP19830188487 19831011;

JP19830188488 19831011; JP19830188489 19831011;

JP19830188490 19831011; JP19830191005 19831014;

JP19830191004 19831014

[Report a data error here](#)

Abstract of DE3433493

A system for digitising picture signals can adequately digitise images on an original by resolving the original into picture elements ("pixels") in spite of local variations in the colour and/or density of the background. Threshold values for the respective picture elements are calculated with consideration for an average density of a marked picture element to be digitised and of the neighbouring picture elements, the average density of the white picture elements, the average density of the black picture elements, a variation in contrast of the image and similar influences. In addition, threshold values are calculated on the basis of the average values of the picture densities in the forward and backward direction and the difference between these average values is calculated for each picture element. The threshold values are restricted to a certain range, which is defined by upper and lower limits. The threshold values are modified by deviating values which are offset by a predetermined number of picture elements in a direction running opposite to the scanning direction. Also calculated are the threshold values as a function of the frequency distribution of the picture elements into a limited planar or level region which is obtained by successively selecting picture elements in a plurality of scanning lines and calculating their average value.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide